

SUCESIÓN DE INSECTOS EN CADÁVERES PEQUEÑOS EN BOSQUE DE PINUS HALEPENSIS

UNIVERSIDAD DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto final de grado (102444)



Autor: Marc Simois Guiu

Tutora: Matilde Eizaguirre Altuna

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 CONCEPTOS ACTUALES	9
1.3 OBJETIVO GENERAL	10
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
2. MATERIAL Y MÉTODOS	12
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	12
2.2 DIVISIÓN DEL MONTE HU-3127	14
2.3 TIPO DE CEBO	15
2.5 MATERIAL	16
2.5 TOMA DE DATOS Y PROTOCOLO	17
2.7 PERÍODO DE MUESTREO	20
2.8 DATOS CLIMÁTICOS DEL PERÍODO DE ESTUDIO	21
2.8.1 Datos climáticos primavera	23
2.8.2 Datos climáticos verano	23
2.9 IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS, FAMÍLIAS Y ESPECIES	24
2.10 TRATAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1 LISTADO DE TAXONES	27
3.2 FASES DE LA DESCOMPOSICIÓN REGISTRADAS	28
3.3 ESTUDIO DE LA COMUNIDAD GLOBAL	34
3.3.1 Primavera	35
3.3.1.1 Resultados globales en función del tipo de trampas	36
3.3.1.2 Resultados globales en función de la zona donde se sitúan las capturas	38
3.3.2 Verano	39
3.3.2.1 Resultados globales en función del tipo de trampas	40
3.3.2.2 Resultados globales en función de la zona donde se sitúan las capturas	42
3.4 ESTUDIO DE LA COMUNIDAD POR ÓRDENES	43
3.4.1 ORDEN DÍPTERA	43
3.4.1.1 Familia Calliphoridae	44
3.4.1.2 Familia Sarcophagidae	47

3.4.2 ORDEN COLEOPTERA	48
3.4.2.1 Familia Histeridae	50
3.4.2.2 Familia Silphidae	51
3.4.2.3 Familia Carabidae	51
3.4.2.4 Familia Staphylinidae	52
3.4.3 ORDEN HYMENÓPTERA	53
3.4.3.1 Familia Formicidae	54
3.4.4 ORDEN BLATTODEA	55
3.4.5 ORDEN ARANEAE	56
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	57
3.5.1 Coleópteros	60
3.5.2 Dípteros	60
3.6 RESUMEN DE RESULTADOS	61
4. PROPUESTA DE GESTIÓN	64
4.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ENCLAVES	64
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENCLAVES	66
4.3 MATERIAL	67
4.4 PROTOCOLO DE ACTUACIÓN	68
5. PRESUPUESTOS	69
5.1 PRESUPUESTO UTILIZADO PARA EL TRABAJO	69
5.2 PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO	70
6. CONCLUSIONES	71
7. ANÁLISIS DAFO	72
8. REFERENCIAS	74
ANEJO I: MAPAS	77
ANEJO II: ÍNDICE DE CLAVES USADAS	87
ANEJO III: REGISTRO FOTOGRÁFICO	89
Primavera	90
Verano	93
ANEJO IV: TABLA DE DATOS	95

ANEJO V: GRÁFICAS REGRESIÓN LINEAL	104
ANEJO VI: COLABORACIONES	107

I. Introducción



Fotografía frontal del monte HU-3127 con el acueducto que atraviesa el monte

1. INTRODUCCIÓN

Los artrópodos forman el grupo más numeroso del reino animal, con 1.200.000 millones de especies aproximadamente (80% de las especies animales). Su distribución se reparte por gran parte de la Tierra y engloba todos los ecosistemas y hábitats terrestres. Aproximadamente 1,5 millones de especies de todos los organismos han sido nombrados y descritos, principalmente del reino animal (Stork, McBroom, Gely, & Hamilton, 2015). Dentro del grupo de artrópodos, los insectos representan el grupo más abundante (Stork, McBroom, Gely, & Hamilton, 2015). En un mundo dominado por artrópodos, estos contribuyen en la continuidad de la tierra ya que tienen la capacidad de polinizar, comer otros artrópodos, comer tanto plantas vivas como muertas así como restos animales muertos. Estos últimos, que se alimentan de cuerpos vertebrados muertos, forman parte del reciclaje natural de la materia orgánica en el ecosistema que se encuentran (Ekrakene & Iloba, 2011).

Además, los insectos han jugado y juegan un papel muy importante en diferentes épocas históricas tal como dice Lockwood en su artículo (Lockwood, 2011). Estos fueron utilizados como “armas de guerra”, herramientas del terrorismo e instrumentos de tortura en ciertos momentos de la historia pasada. En siglos anteriores los insectos eran utilizados con fines que involucran la aplicación de dolor, gracias a algunos insectos que presentan toxinas. Durante el siglo XX, la capacidad de los insectos para causar daños en la agricultura y el ganado se convirtió en foco de interés militar. Actualmente ha aparecido un concepto nuevo, el bioterrorismo, que representa la liberación de insectos vectores infectados (Lockwood, 2011).

La descomposición de la materia orgánica es un proceso vital para el correcto funcionamiento de los ecosistemas y del mantenimiento de las redes de interacciones biológicas, los insectos descomponedores y los microorganismos, forman un papel vital en el sistema de reciclaje de nutrientes (Gaminde, 2015). Es cierto que a la mayoría de la gente ve los “gusanos” o “moscas” en animales muertos como una cosa repugnante y totalmente innecesaria pero no es así, ya que sin estos insectos, el planeta quedaría totalmente desbordado de cadáveres y otro tipo de material orgánico en descomposición. La descomposición de un cuerpo inicia un proceso dinámico de colonización, desarrollo y sucesión, en el que diferentes artrópodos compiten entre ellos y con otros organismos con el fin de extraer los máximos recursos posibles que el cadáver ofrece (Díaz-Martín, 2015). En un ecosistema, un cuerpo en descomposición proporciona un microhábitat temporal para una gran diversidad de organismos, tanto microorganismos o bacterias hasta insectos descomponedores. Además, el proceso de descomposición de un cuerpo tiene la capacidad de crear una pequeña isla de tierra fértil por el incremento de nutrientes, que puede tener una repercusión positiva en la flora local y en las poblaciones de invertebrados edáficos (Gaminde, 2015). Mientras que los depredadores capturan y consumen una gran cantidad de presas, otros muchos animales mueren sin ser vistos a causa de lesiones, condiciones climáticas, parásitos o enfermedades (Parmenter & MacHanon, 2009). La evolución de los recolectores y los descomponedores se ha visto impulsado y guiado por los carroñeros (DeVault, Rhodes, & Shivik, 2003), y se ha demostrado que influyen en la estructura, estado de los nutrientes y la composición faunística del cadáver (Parmenter & MacHanon, 2009).

El desconocimiento sobre la importancia evolutiva de los animales muertos sobre especies de vertebrados e invertebrados es muy grande ya que el fenómeno de descomposición cadavérica, se ve como una curiosidad de comportamiento en lugar de un importante proceso ecosistémico (Travis, Olin, Shivik, & Shivik, 2003), y es por ello que la cantidad de estudios que han abordado cuantitativamente los procesos de descomposición de carroña es relativamente baja (Parmenter

& MacHanon, 2009). El énfasis histórico en la descomposición de desechos vegetales se puede atribuir a las mayores cantidades de investigaciones de la biomasa vegetal (presumiblemente por su mayor importancia ecológica), frente a la animal en la mayoría de los ecosistemas terrestres (Parmenter & MacHanon, 2009).

Las influencias de la descomposición en la dinámica de los nutrientes del suelo y/o la vegetación adyacentes se han documentado en solo cuatro ecosistemas: pradera de pastos altos, bosque templado, matorral africano de sabana y tundra ártica (Parmenter & MacHanon, 2009). En los ecosistemas templados la temperatura del aire es el factor más determinante para la colonización de los cadáveres por parte de los insectos descomponedores. Además, determina si gran parte de la carroña está sometida a descomposición microbiana e invertebrada. En el momento que esto sucede, los nutrientes se transfieren al suelo debajo el cadáver, en cambio si es consumida por carroñeros esta es distribuida sobre áreas más amplias (Melis, et al., 2007).

La sucesión de insectos en un cadáver tiene una importancia ecológica importante para el ecosistema en el que se encuentra el cadáver pero además, esta sucesión se puede aplicar en otros campos científicos tales como la criminología. En la criminología la correcta identificación de especies y el conocimiento de su distribución, es utilizada para la estimación del IPM (*Intervalo post-mortem*). La entomología forense médico-legal es muchas veces el método más preciso para determinar la data de la muerte una vez el cuerpo ha supero las 72 horas desde su muerte (Gaminde, 2015).

La colonización de los insectos depende de muchos factores geográficos pero el más importante según varios estudios, es en que bioregión se sitúa el cadáver. Las zonas bioclimáticas definen los hábitats, la vegetación, el tipo de suelo y las especies de insectos presentes en esa área (Byrd & Castner, 2001). Por tanto, para comparar el tipo de insectos y la sucesión de estos en un cadáver hay que compararlo con otros estudios que se sitúan en bioregiones similares.

Otros efectos importantes en la sucesión de insectos son los efectos de las estaciones climáticas del año. Las estaciones del año marcan sobre todo la abundancia de especies de cada familia que se presentaran en la descomposición del cadáver y directamente en el tiempo de las diferentes fases de descomposición del cadáver. Es evidente que la descomposición del cadáver es más lenta en estaciones frías que en estaciones cálidas, ya que en estas últimas es cuando la mayoría de especies de insectos presentan un número mayor de individuos en el medio, en relación a su biología. Además, la exposición del cadáver al sol tiene efectos en la descomposición y en la sucesión de insectos. Cuando el cadáver está expuesto la mayoría del día al sol este hace aumentar la temperatura del cuerpo y aumenta la velocidad de descomposición, por tanto, reduciendo las diferentes fases de descomposición.

Las fases de descomposición se llevan a cabo por varios procesos, cuyos agentes pueden proceder del interior (autólisis y putrefacción) o exterior del cuerpo (microorganismos, animales necrófagos, artrópodos y vertebrados carroñeros). Se pueden establecer, según (Castillo-Miralbes, 2002), una serie de etapas o períodos que permiten facilitar el estudio y hacer comparaciones entre experimentos.

1. Período cromático. Aparece una mancha verde en la fosa alíaca derecha y se empieza a ver el entramado venoso por la transformación de la hemoglobina.
2. Período enfisematoso. Putrefacción bacteriana y generación de gases que hace que el cuerpo de hinche.
3. Período colicuativo. Los tejidos se transforman en magma putrilaginoso.
4. Período de reducción esquelética. Desaparición de las partes blandas.

A continuación, se describen los estadios de descomposición ajustados a la clasificación que realizaron (Early & Golff, 1986) , que es la que se usará para el estudio:

1. Fresco. Es el estadio entre el momento de la muerte hasta que aparecen indicios visibles externos del proceso descomponedor del cadáver.
2. Hinchado. El cadáver se hincha por la producción de gases durante la putrefacción. Dura mientras la hinchazón es visible.
3. Descomposición activada. Empieza cuando aparecen las primeras masas larvares de dípteros y dura hasta que estas migran. Desaparecen los tejidos blandos. Este estadio puede solaparse con el anterior.
4. Descomposición avanzada. Comienza cuando migran las larvas de dípteros y han desaparecido los tejidos blandos. Desaparece la piel, cartílagos, etc. Este estadio puede considerarse que finaliza en función del cadáver i de los insectos presentes.
5. Restos esqueléticos. Es la fase final y su duración abarca hasta que acaba el experimento.

Estos períodos y etapas varían en su aparición y duración en función de los factores mencionados con anterioridad.

En la sucesión de insectos los Dípteros son los que se presentan en primera instancia, principalmente *Calliphoridae*, que localizan el cadáver gracias a la capacidad de localizar una fuente de olores con gran precisión. Estos depositan los huevos en cuestión de minutos u horas. Cuando eclosionan, las larvas se alimentan de los tejidos subyacentes. A medida que crecen, estas pierden la cutícula varias veces con el fin de permitir un crecimiento mayor. Este fenómeno se denomina “ecdisis” o “muda”. Cuando las larvas terminan su alimentación, la mayoría de especies emigran lo más lejos posible del cuerpo para encontrar refugio, ya sea bajo tierra, bajo piedras, en la hojarasca etc. A posteriori, una vez protegidos, forman el pupario de la cual en un período de tiempo relativamente corto, emergerá el adulto (Amendt, Richards, Campobasso, Zehner, & Hall, 2011).

Además hay que tener en cuenta las actuales predicciones climáticas de los científicos que alertan sobre los cambios que se están produciendo en la biodiversidad mundial, tanto a escala de bioma como a escala regional. Sin embargo, la multiplicidad de enfoques y la variabilidad que resulta en las diferentes proyecciones hacen aumentar la dificultad de obtener una imagen clara del futuro de la biodiversidad en diferentes escenarios, englobados dentro del cambio climático (Bellard, Bertelsmeier, Leadley, Thuiller, & Courchamp, 2012), a pesar que también existen otros factores que intervienen en la biodiversidad como la antropización.

La mayoría de estudios realizados tienen una tendencia taxonómica y normalmente se concentran en grupos taxonómicos como las plantas o mamíferos. A pesar de esto, se reconoce que la gran mayoría de la biodiversidad en términos de riqueza de especies, biomasa e funcionamiento del ecosistema está representada por la biodiversidad críptica o biodiversidad escondida, cuyos organismos son invisibles al ojo humano por su pequeño tamaño, todo los microorganismos e insectos (Bellard, Bertelsmeier, Leadley, Thuiller, & Courchamp, 2012).

La biodiversidad críptica, donde se incluyen algunos insectos, es crucial ya que ayuda a los ecosistemas naturales a continuar funcionando y a los hábitats a recuperarse en respuesta al cambio ambiental (Genoveva & Bland, 2010).

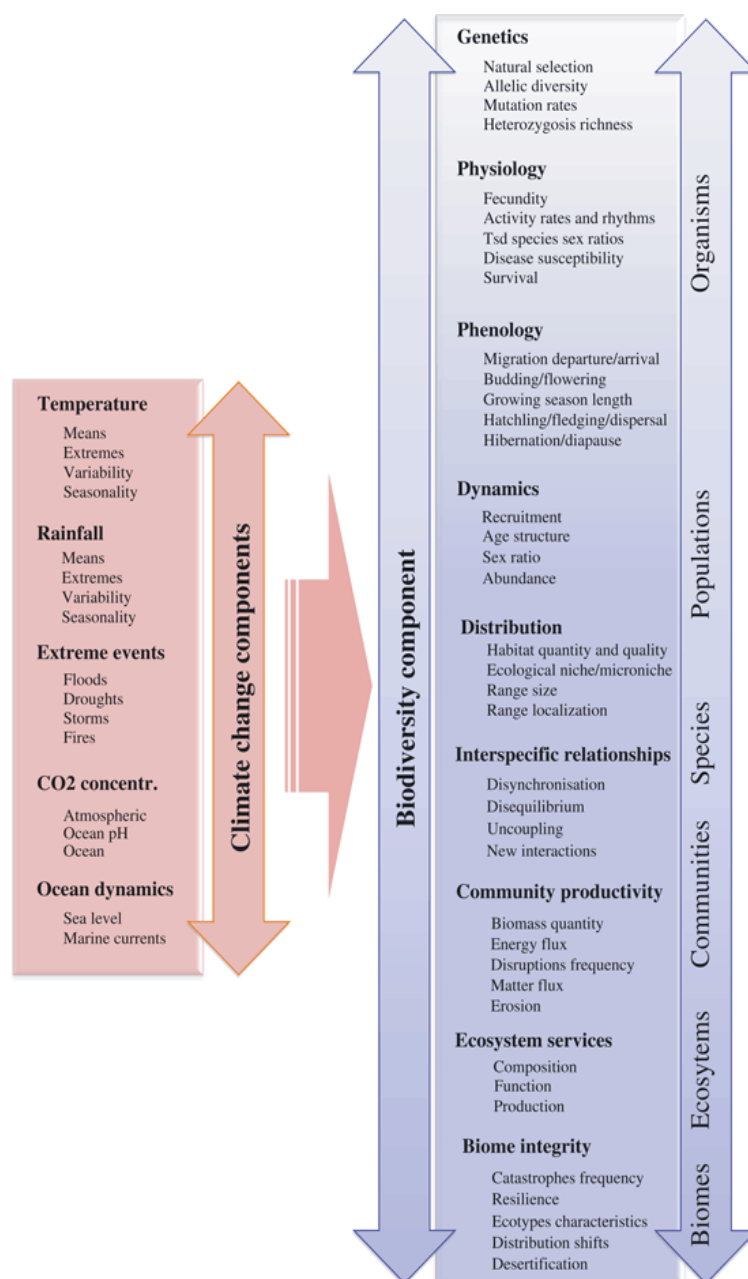


Figura 1. Resumen de los aspectos previstos susceptibles del cambio climático y algunos ejemplos de posibles efectos en diferentes niveles de biodiversidad. Fuente: (Bellard, Bertelsmeier, Leadley, Thuiller, & Courchamp, 2012).

Los escenarios de cambios en la biodiversidad para el actual siglo también se pueden modelar en base a los cambios en el clima, dióxido de carbono, vegetación y el uso de la tierra (Sala, et al., 2000), que presumiblemente esta última es la que tiene más repercusión en la biodiversidad de insectos descomponedores. Además, el clima Mediterráneo y los ecosistemas de pastizales son los que probablemente experimenten mayor cambio proporcional en la biodiversidad (ver figura 1), debido a la influencia sustancial de todos los impulsores descritos anteriormente.

	Arctic	Alpine	Boreal	Grass- land	Sa- vanna	Med	Desert	N temp	S temp	Tropic
Land use	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	4.0	5.0
Climate	5.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
Nitrogen deposition	1.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	5.0	1.0	2.0
Biotic exchange	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	5.0	3.0	3.0	2.0	2.0
Atmospheric CO ₂	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Figura 2. Cambios esperados para el año 2100 en los cinco principales impulsores del cambio de la biodiversidad para los principales biomas terrestres. Las estimaciones de cambios varían de bajas (1) a altas (5) según el bioma. Fuente: (Sala, et al., 2000).

Los cambios que se están produciendo en el uso de la tierra es presumiblemente una gran amenaza para la biodiversidad insectívora. La fragmentación de bosques y los cambios repentinos en el uso de la tierra han significado una amenaza importante para la composición, estructura y biodiversidad funcional (Bustamante Sánchez, Grez, & Simonetti, 2004). Los cambios en las condiciones microclimáticas pueden modificar la distribución, abundancia y riqueza de especies de diferentes grupos de insectos descomponedores dentro de los bosques. Hay una necesidad actual de identificar los efectos clave sobre la pérdida de biodiversidad y las tasas de extinción de especies para poder encontrar soluciones de gestión (Didham, Ghazoul, Stork, & Davis, 1996).

Además, los cambios pueden verse reflejados en alteraciones en procesos ecológicos tales como la reducción de las tasas de descomposición de materia orgánica muerta como los animales, hojarascas, excrementos etc. (Bustamante Sánchez, Grez, & Simonetti, 2004), así como las interacciones de orden superior entre insectos y otros organismos (Didham, Ghazoul, Stork, & Davis, 1996).

Estos procesos ecológicos involucran a microbios, fauna e insectos que mediante interacciones físicas, químicas y biológicas completan los ciclos de nutrientes. Los insectos participan en los procesos de descomposición, de forma que rompen o consumen la materia orgánica a través del consumo de otros organismos (Bustamante Sánchez, Grez, & Simonetti, 2004). Aquellos insectos que son fundamentales para el mantenimiento de los ecosistemas forestales son los polinizadores, depredadores de semillas, parasitoides y descomponedores (Didham, Ghazoul, Stork, & Davis, 1996). En este estudio nos fijaremos fundamentalmente en los insectos descomponedores.

La disponibilidad de carroña en el medio natural y en diferentes ecosistemas juega un papel fundamental para las comunidades terrestres pero sin el conocimiento de la disponibilidad de carroña el papel de esta en los ecosistemas no está aún definido (Travis, Olin, Shviki, & Shviki, 2003). La mayoría de las muertes de los animales son debidas a la desnutrición, enfermedad, exposición, parásitos y accidentes. Los animales en muchos ecosistemas mueren de inanición y por otras causas naturales pero otros estudios remarcan que los factores de mortalidad difieren enormemente entre ecosistemas y regiones. Es por ello que es importante saber de dónde proviene la carroña disponible en nuestros ecosistemas ya que marcaran las tendencias de poblaciones de insectos descomponedores en nuestro territorio.

Otro aspecto que marca la disponibilidad de carroña para los insectos descomponedores en la presencia de vertebrados carroñeros. La competencia por carroña entre vertebrados, artrópodos y microbios presenta un elemento potencialmente diferenciador para el estudio ecológico (Travis, Olin, Shviki, & Shviki, 2003). Cuando se produce la muerte de un animal

empieza inevitablemente una carrera por “conquistar” y beneficiarse por parte de diferentes grupos de organismos y animales. Es por eso, que la presencia o no de carroñeros y su abundancia en un ecosistema tiene una influencia importante sobre las poblaciones de insectos descomponedores y sobre la evolución de los taxones que utilizan los animales muertos como recurso.

Los organismos descomponedores controlan en gran medida el suministro de nutrientes, y siendo este un recurso limitante, influye notablemente en la productividad primaria y en la estabilidad del ecosistema (Didham, Ghazoul, Stork, & Davis, 1996). Diferentes estudios han demostrado como el cambio de usos del suelo, entronización, la fragmentación de bosques y aislamiento de hábitats han provocado cambios notables en la abundancia de los descomponedores y en la diversidad de especies, pero no se ha cuantificado el impacto sobre la pérdida de biodiversidad en los procesos de descomposición. De forma similar a la variación temporal en las densidades de población de las especies de presa, el flujo y reflujo de los recursos de carroña a lo largo del tiempo pueden influir de forma directa en las interacciones de las especies entre niveles tróficos de las redes alimentarias (DeVault, Rhodes, & Shivik, 2003).

Se utilizará un enfoque experimental para analizar los cambios en los procesos ecológicos sobre los insectos descomponedores de materia orgánica en un bosque de pino blanco, enfocado en determinar cómo están variando las poblaciones de insectos descomponedores y que cambios se producen en la variación de estos y además, que afectaciones en los ecosistemas principalmente mediterráneos pueden conllevar la fluctuación de estas poblaciones de insectos.

1.1 ANTECEDENTES

Gran parte de los estudios y trabajos que se han realizado se centran en el estudio del *Intervalo post-mortem* (IPM), englobado dentro de la ciencia forense. En los diez últimos años esta se ha dado a conocer al público en general gracias sobre todo a los medios de comunicación, ya que son varias las series y películas policíacas que se han inspirado y han utilizado técnicas forenses aplicables a los artrópodos para la proyección de éstas.

La utilización de artrópodos para la probatoria de un crimen se remonta al siglo XIII, donde un investigador chino describió en un manual como ciertos Dípteros podían ser la prueba declaratoria de crímenes que se sucedían en aquella época (Gaminde, 2015).

No fue hasta los siglos XII y XIX que el desarrollo del campo de la biología ayudó para fomentar los cimientos de la entomología forense. Varios médicos franceses, ya en el siglo XIX, observaron en un caso policial que el desarrollo de los insectos en los cadáveres podía llegar a datar la muerte de éste y de esta forma surgió el primer trabajo donde se describían ocho etapas de descomposición con una determinada colonización de insectos (Gaminde, 2015).

No fue pero hasta mediados del siglo XX donde la entomología forense empezó a tener un cierto reconocimiento por parte de la comunidad global de científicos. Se empezaron a desarrollar trabajos sobre sucesión y fauna asociada a restos en descomposición.

Actualmente el apogeo de los estudios sobre entomología forense puede estar relacionado con la creación de manuales que detallan procedimientos de colecta y uso de artrópodos en las investigaciones criminales y además de la creación de asociaciones, sobre todo en Estados Unidos de América y Europa, donde se intenta fomentar esta disciplina (Rodríguez Olivares,

Quijas, Cupul Magaña, & Navarrete Heredia, 2015). Otros países en auge son México y países sudamericanos, tal y como muestra la imagen tres.

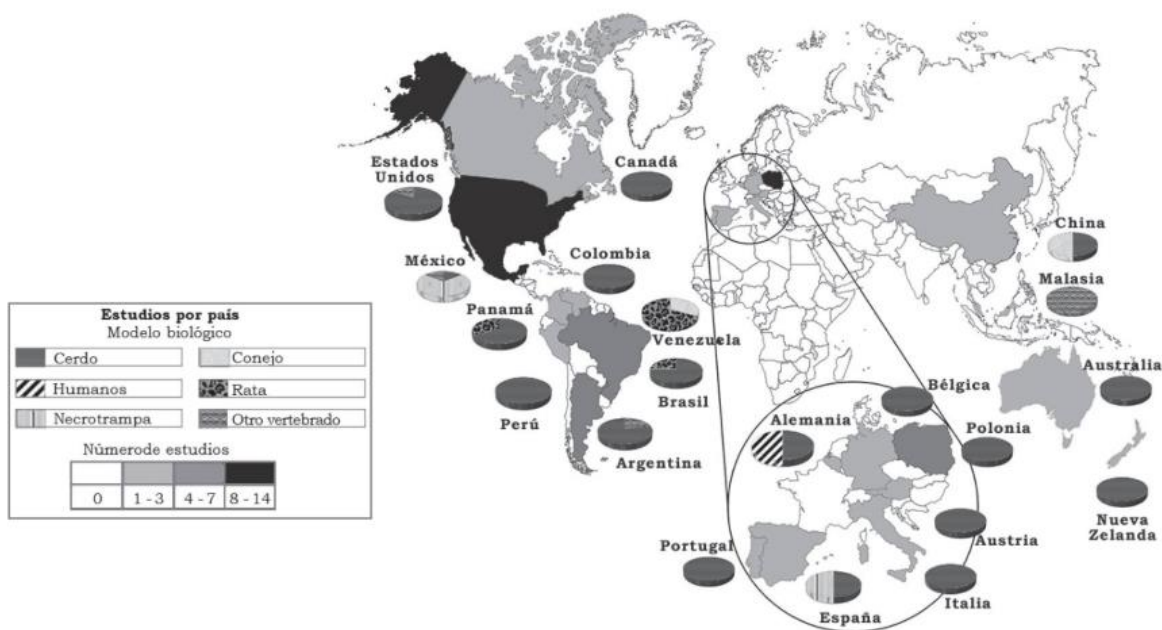


Figura 3. Frecuencia de estudios por país de sucesión de insectos con distintos tipos de modelos biológicos. Fuente: (Rodríguez-Olivares, Quijas, Cupul-Magaña, & Navarrete-Heredia, 2015).

A pesar que están aumentando los estudios relacionados con la entomología forense son pocos los proyectos que investigan las relaciones tróficas entre los artrópodos y los otros animales presentes en un ecosistema así como las influencias de los insectos descomponedores en los ecosistemas. Durante el siglo XX las aportaciones por parte de la comunidad científica han sido escasas puesto que la mayoría de estudios se centraban en saber qué tipo de insectos descomponedores aparecen en cada etapa de descomposición con fines médico-jurídicos.

Pero es durante el presente siglo que han empezado a aparecer estudios relacionados con la importancia de los insectos descomponedores en diferentes ecosistemas y como estos pueden llegar a influir en el correcto desarrollo de éstos.

Estudios como (Parmenter & MacHanon, 2009), (DeVault, Rhodes, & Shivik, 2003), (Kocarek, 2002) y (Melis, et al., 2007) se han centrado en el ciclo de nutrientes es decir, como la descomposición de cadáveres a través de artrópodos influye en la cantidad de nutrientes que se presentan en el suelo y como esta variación influye en el ecosistema alrededor al cadáver.

En la Península Ibérica se han realizado varios estudios sobre la comunidad sarcosaprófaga pero la gran mayoría se centran en un medio periurbano, como (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004), Arnaldos *et. al.* (2001, 2003, 2006, 2014) y (Velasco, Romero Franco, & Marc-García, 1992). Algunos de los que se han centrado en medios naturales son (Pérez-Marcos, 2016), Torlá *et. al.* (2001a, 2001b, 2011, 2012 y 2014) y (Castillo-Miralbes, 2002).

A pesar de los recientes estudios todavía falta mucho para saber cómo afecta la descomposición de los cadáveres en el medio natural a nivel de región. En el caso de Cataluña, no hay ningún

artículo científico realizado en territorio Catalán o cercano a él y en un medio natural, es por eso que el presente estudio es un referente en la Comunidad de Cataluña.

Además, las actuales predicciones de cambio climático pueden influir directamente sobre las comunidades sarcosaprófagas, pero tampoco hay estudios recientes de cómo están o pueden evolucionar estas comunidades y que repercusiones pueden tener en el medio natural y en ecosistemas más vulnerables al cambio, como en los ecosistemas Mediterráneos.

Como ya se sabe el patrón de colonización es muy específico de un ambiente en concreto, ya sea natural o urbano y este se ve afectado por la estación del año, temperatura, humedad, altitud, exposición al sol del cadáver y otros factores ambientales y ecológicos (Pérez-Marcos, 2016). Por todo ello se consideró de especial interés realizar un estudio sobre fauna entomosarcosaprófaga en la Región de Huesca, cercana a la Comunidad de Cataluña, a una altitud de 350 msnm, con el fin de realizar una composición faunística de las comunidades autónomas anteriores y relacionar la dinámica de estas con el ecosistema natural que forma una masa monoespecífica de *Pinus halepensis*. Además se considerará como base científica para futuros proyectos de gestión de las comunidades sarcosaprófagas en caso de disminución de estas comunidades a causa del cambio climático.

1.2 CONCEPTOS ACTUALES

Es importante entender que fases se suceden cuando un cuerpo muere en un medio natural. Las causas de muerte más comunes en España en animales salvajes son por causas antrópicas, ya sean por atropellos en carreteras, por tendidos eléctricos o por actividades de caza y pesca. A pesar de esto, las enfermedades intraespecies e interespecies juegan un papel importante respecto la mortalidad de animales salvajes.

Una vez se ha producido la muerte del animal, las primeras 24 horas desde el momento de la muerte son probablemente las que tienen una probabilidad mayor de que el cadáver sea encontrado por un carroñero de gran tamaño, como por ejemplo buitres o cuervos, ya que es cuando el cuerpo todavía no presenta indicios de pudrición. Una vez superadas estas 24 horas iniciales, la probabilidad de que sea más apetecible para los carroñeros de gran tamaño va disminuyendo a medida que avanza el tiempo. Si resulta que ningún carroñero ha utilizado el cadáver para alimentarse la descomposición del cadáver la realizan íntegramente la entomofauna (DeVault, Rhodes, & Shvick, 2003).

La entomofauna cadavérica se refiere a los insectos que se suceden con cierta regularidad cronológica en un cadáver, que van desde la colonización del cuerpo por dípteros hasta la aparición de Coleópteros, ácaros y lepidópteros (Magaña, 2007).

Un cadáver en un medio natural o urbano que forma un ecosistema dinámico y particular con su biotopo y biocenosis. De esta forma, diferentes organismos aparecerán con el tiempo en el cuerpo, afectando a este y modificándolo de estado, de modo que cuando una especie ya no puede alimentarse más de dicho cuerpo esta se retira y aparece otra, aprovechándose de la modificación actual provocada por la anterior especie y modificando el cuerpo para la siguiente. Esta sucesión puede alcanzar una complejidad superior al saber que varias especies pueden coincidir al mismo tiempo, provocando relaciones de competencia entre las especies y llegando incluso a la depredación, parasitismo o desplazamiento entre las diferentes especies (Díaz-Martín, 2015).

1.3 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal del estudio es determinar la diversidad específica de insectos descomponedores que se suceden en la descomposición de cadáveres animales pequeños dentro una masa monoespecífica de *Pinus halepensis* para las Comunidades autónomas de Cataluña y Aragón.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecimiento de un punto piloto para el seguimiento de insectos descomponedores que permita contribuir al establecimiento de una red de puntos para el estudio de las tendencias de la fauna entorno sarcosaprófaga a escala regional.
- Estudiar el proceso de descomposición de cadáveres en las estaciones más cálidas del año y comparar los resultados con otro tipo de estudios similares en ecosistemas forestales mediterráneos.
- Determinar la composición faunística de insectos descomponedores en un ambiente natural, más concretamente dentro de un bosque de *Pinus halepensis* e identificar las posibles interacciones fauna-medio natural.
- Los resultados obtenidos servirán para comparar los datos obtenidos con otros estudios de regiones similares o cercanas, además de realizar una pequeña predicción de los cambios que se pueden entrever en la sucesión de insectos en un cadáver con las actuales predicciones de cambio climático, pero más concretamente en ecosistemas Mediterráneos y dentro la diversidad de los bosques más representativos del clima Mediterráneo. También se propondrán medidas de gestión y/o planes de actuación a escala regional o autonómica en función de los resultados obtenidos en la investigación.

II. Material y métodos



Fotografía de la jaula 1 previa a la colocación de los animales

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para la realización del estudio se escogió el bosque HU-3127, denominado “Canchinchés” y que está situado en el municipio de Castillonroy, en la comarca de la Llitera (Huesca) y colindante con el municipio de Alfarràs, perteneciente a la comarca del Segrià (Lleida). El mismo bosque hace de frontera natural entre las provincias de Huesca y Lleida. El monte HU-3127 pertenece al Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de Huesca y estos han consorciado el bosque junto con una asociación local de cazadores, que utilizan el bosque para realizar batidas durante diferentes épocas del año.

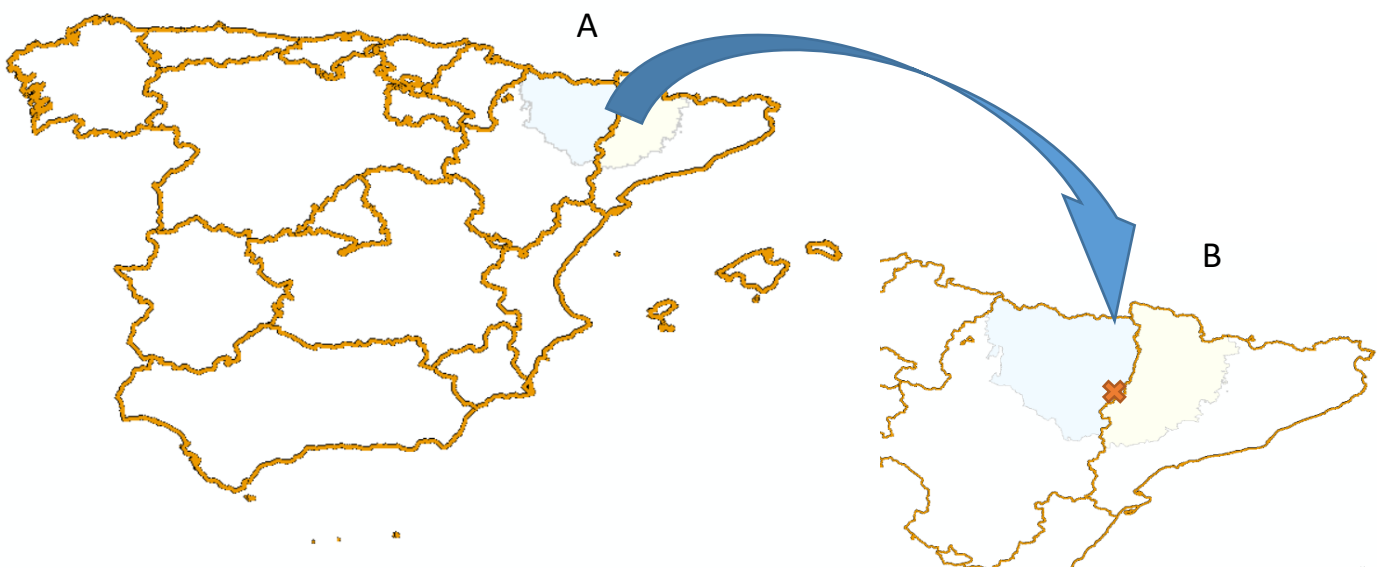


Figura 4. Localización de las provincias de Huesca y Lleida en España (ilustración A). Localización aproximada del monte HU-3127 en el municipio de Castillonroy (ilustración B). Fuente propia.

Para obtener los permisos de ejecución de los trabajos en el monte HU-3127 se presentó una solicitud al Departamento correspondiente para obtener una autorización de uso que va desde los meses de Mayo hasta Septiembre. Ver en el Anejo la resolución del permiso de ejecución.

Se seleccionó el monte HU-3127 con el fin de obtener datos que puedan ser representativos para regiones Mediterráneas y más adecuadamente de la Comunidad de Cataluña y Aragón. Además, es un monte de fácil acceso ya que transcurre la N-230 cerca de él y relativamente cercano a la Escuela Politécnica de Ingeniería Agraria, a unos 30 kilómetros, con el que conlleva una mejora en el transporte de materiales y una reducción de los gastos por transporte. Así mismo, el monte HU-3127 es utilizado por parte de la Universidad de Lleida y exactamente por el Grado de Ingeniería Forestal, para realizar salidas de campo en diferentes asignaturas y de este modo la obtención de datos dasométricos se simplifica, ya que se realiza un pequeño inventario cada año en la asignatura de Dasometría e Inventariación.



Figura 5. Imagen frontal del monte HU-3127.

El monte HU-3127 es una masa homogénea de *Pinus halepensis* Mill. de 214 hectáreas aproximadamente con un perímetro de 7 kilómetros. El monte conforma la geometría del altiplano de Alguaire por la parte NE. Las cotas van desde los 310 hasta los 450 msnm (Anejo I). La orientación del monte es mayormente norteña.

Se trata de una formación pura de pino carrasco continental ya que representa más del 80% del área basimétrica del monte. Esta estimado que la superficie aproximada de pino carrasco pura continental solo es Cataluña ya abarca las 27.255 hectáreas (Beltrán-Barba, Piqué-Nicolau, Vericat-Grau, & Cervera-Zaragoza, 2011).

El área de distribución de los bosques de pino carrasco se concentra en los ambientes mediterráneos y sobretodo cercanos a la costa. La gran parte de hectáreas se distribuyen en la parte occidental del mediterráneo y por tanto, en la Península Ibérica en la parte este (figura 6). Pueden conformar bosques desde los 0 msnm hasta los 1.500 metros. Además, hay masas naturalizadas en otras partes del mundo que presentan un clima mediterráneo.

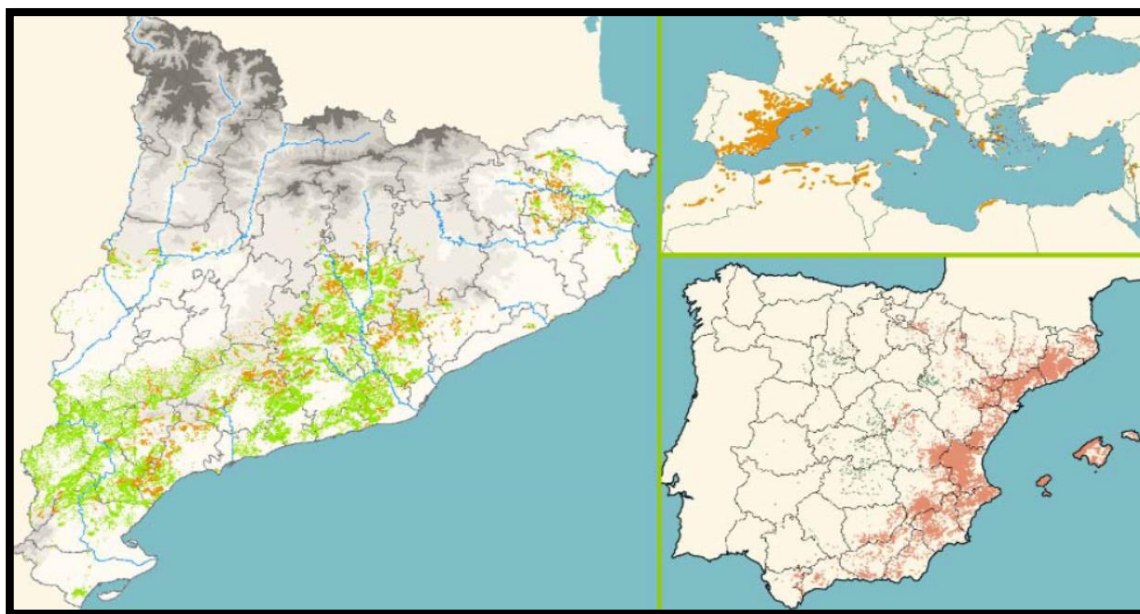


Figura 6. Distribución catalana, mundial y Española de los bosques de *Pinus halepensis* Mill. En la distribución español se distinguen las masas naturales (rojo) y las repobladas (verde). En cambio, en la distribución catalana se distinguen masas puras (verde) y masas mixtas (naranja). Fuente: (Beltrán-Barba, Piqué-Nicolau, Vericat-Grau, & Cervera-Zaragoza, 2011).

El pino carrasco se caracteriza por tener una gran capacidad de adaptación a las condiciones ecológicas y ambientales adversas. Esto se traduce en una morfología variable en función de las estaciones que van, desde árboles esbeltos y grandes hasta tortuosos de porte bajo (Beltrán-Barba, Piqué-Nicolau, Vericat-Grau, & Cervera-Zaragoza, 2011). La falta de agua no es un inconveniente para este tipo de pino ya que presenta una gran resistencia a las sequías y pueden habitar en zonas con lluvias inferiores a 250 mm de lluvia anual. En cambio, las temperaturas frías condicionan su aparición. Los suelos donde vegeta el pino carrasco pueden ser tanto de reacción ácida como básica pero tienen más tolerancia con los suelos calcáreos y margosos.

Las especies arbustivas que se pueden encontrar en el monte son: *Rhamus lycioides*, *Genista scopius*, *Pistacia terebinthus*, *Empetrum nigrum*, *Rosa sp.*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Doriniun pentafilem* y *Quercus coccifera*. Por otra parte, la vegetación herbácea predominante está conformada básicamente por *Brachypodium phoenicoides*.

2.2 DIVISIÓN DEL MONTE HU-3127

Después de las actuaciones silvícolas realizadas en el monte este se puede dividir en dos parcelas claramente diferenciadas por la densidad de pies por hectárea. En la zona cercana a la carretera, la más accesible, la densidad de árboles es inferior que en la zona superior del bosque, donde no se ha realizado ninguna actuación silvícola y por tanto, la densidad en esa zona es muy parecida a la densidad inicial de la repoblación, a pesar que hay calveros en diferentes partes del monte.

Aprovechando estas diferencias de densidades de pies por hectárea, se ha parcelado el monte en dos zonas, la zona A corresponde a parcelas con densidades superiores a 1.500 pies por hectárea aproximadamente, y la zona B corresponde a superficies con densidades inferiores a 1.500 pies por hectárea, donde se han realizado actuaciones silvícolas (Anejo I) En cada zona se han colocado dos jaulas con conejos que nos permitirán ver si la densidad de pies por hectárea es un condicionante importante en el desarrollo de las diferentes etapas de descomposición así como las diferencias entre el número de especies que participan en la descomposición del cadáver.

La zona B correspondiente al código de parcelación 1 con coordenadas X297893-Y4637278, donde se han colocado las jaulas número 3 y 4. La pendiente es inferior al 5% y la orientación es de 30°. La fracción de cabida cubierta total es del 90%, siendo la del estrato arbóreo aproximadamente del 35%, del 30% en el estrato herbáceo y del 5% en el estrato arbustivo. La altura dominante del estrato arbustivo es de 14 metros, con unos diámetros de 25 centímetros de media.

La zona A correspondiente al código de parcelación 17 con coordenadas X297830-Y4637211, donde se han situado las jaulas número 1 y 2. La orientación es de 40° y la pendiente inferior al 5%. La fracción de cabida cubierta del estrato arbustivo es aproximadamente del 70%, siendo del 50% en el estrato arbóreo y del 65% en el estrato herbáceo. La fracción de cabida cubierta del estrato arbustivo es del 5%. La altura dominante del pino carrasco es de 13,5 metros con unos diámetros medios de 20 centímetros.

A pesar que dentro de cada zona hay algunas diferencias en el que respecta a la composición de especies arbustivas y diferencias de alturas dominantes, diámetro normal de los pies y fracción

de cabida cubierta, se han agrupado en dos zonas únicamente con el fin de simplificar la obtención de resultados.

2.3 TIPO DE CEBO

Para estudios científicos aplicables a la práctica forense, el animal más habitual que se utiliza es el cerdo (*Sus scrofa* L.), ya que tiene patrones de descomposición parecidos a los humanos, además que su bajo coste, alta maniobrabilidad y la posibilidad de obtener individuos parecidos hacen que su elección sea preferente delante de otros animales. Además el cerdo es el animal recomendado por la EAFE (European Association for Forensic Entomology) para la experimentación en este campo (Gaminde, 2015). A pesar de esto, hay trabajos forenses que sustituyen el cerdo por gatos, ratas, perros, monos, conejos o ardillas.

Fuera de la práctica forense, no hay ningún tipo de animal que se use preferentemente pero los más habituales son las ratas (Kocárek, 2001), (Kocarek, 2002), (Parmenter & MacHanon, 2009) y conejos (Abd El-bar & Sawaby, 2010), pero incluso hay con visones (Melis, et al., 2007).

En nuestro caso, se ha tratado de buscar un animal que este de forma presente y abundante en las regiones mediterráneas en la Península Ibérica y que a la vez, su adquisición y fácil manejo sea posible. Así mismo, que los datos que se obtengan sean aplicables a la práctica y comparables con otros trabajos de la misma área. Por ello, el conejo ha resultado ser el animal que cumple con los requisitos para poder realizar el estudio.

El tipo de conejo que se muestrea es un conejo de granja con el fin de obtener individuos del mismo tamaño, edad y peso. Los conejos se han obtenido en una granja situada en Maials (Lleida) y fueron sacrificados mediante un solo golpe en la cabeza, intentando no realizar ningún tipo de herida por donde se facilitara la entrada de los insectos descomponedores así como y en consecuencia, alterar la secuencia de los diferentes estados de descomposición.

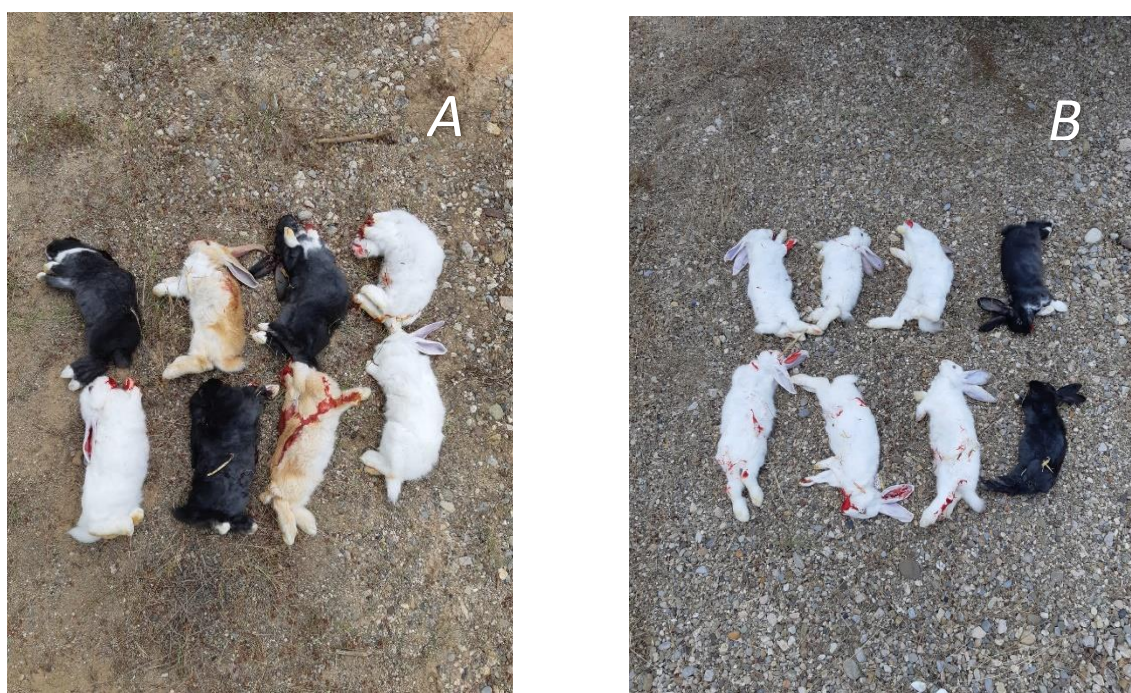


Figura 7. Fotografía A: aspecto de los ocho conejos antes de ser colocados en las jaulas en primavera. Fotografía B: aspecto de los ocho conejos antes de ser colocados en las jaulas en verano.

Se han obtenido un total de 16 conejos, 8 para cada estación (primavera 2019 (A) y verano 2019 (B)). Ocho de los cuales se sacrificaron el día 6 de Junio a las 16:00, y los ocho restantes el día 9 de Julio a las 16:00 horas. La edad de los conejos es de aproximadamente 6 meses en todos los conejos, con unos pesos que se sitúan alrededor de los 500 gramos.

2.5 MATERIAL

El material empleado para llevar a cabo el estudio se divide en dos partes bien diferenciadas, el material de campo y el material de laboratorio.

En el material de campo el elemento principal son las jaulas y las trampas. Las jaulas tienen unas dimensiones de 50 x 50 x 30 cm (alto x largo x ancho). La luz de la malla se cambió ya que esta impedía la entrada y salida de los insectos (figura A) y se reemplazó por una malla con una luz de 2 mm y un tamaño de 12 x 12 mm (figura B). Además, con el fin de proteger los cadáveres de la entrada de individuos carroñeros de gran tamaño se propuso instalar una malla metálica y colocar también de dos cantos metálicos en dos de las cuatro esquinas para anclar la jaula al suelo y de esta forma evitar que pudiera ser levantada.



Figura 8. Jaulas de madera y mallas de plástico iniciales antes de adaptarlas al proyecto (figura A). Jaula de madera y malla de acero con dos soportes metálicos adaptada al proyecto (figura B). Trampas de emergencia (figura C). Cámara de fototrampeo colocado en un pino carrasco al lado de una de las jaulas (figura D).

Para la colocación de las jaulas en el monte también se han utilizado palas, rastrillos y picos. En la primera noche después de colocar los conejos en el bosque se instaló una cámara de fototrampeo, tanto en primavera como en verano, para grabar si se acercaba algún carroñero de gran tamaño y se llevaba los conejos (figura D).

En el transporte de conejos desde monte hasta la Escuela Politécnica de Ingeniería Agraria se han empleado botellas de agua de 8 litros, pintadas de color negro y precintado con cinta aislante (figura C). Además, también se han utilizado botellas de agua de litro y medio para atrapar cualquier insecto que pudiera salir de las botellas grandes.

Además, para las trampas de gravedad colocadas en campo se ha utilizado botes de cristal de 20 cm de alto, que se han enterrado dentro de tubos de policloruro de vinilo (PVC). Se han utilizado un total de 23 botes de cristal y 8 tubos de PVC.

En el caso del material de laboratorio el elemento principal es el estereoscopio binocular con la que se ha llevado a cabo la observación y clasificación de los insectos de mayor tamaño como los Coleópteros y los Dípteros adultos. Para la clasificación de las larvas de Dípteros, fue necesario implementar el estereoscopio microscopio Leica MZ 125, ya que presenta un mayor número de aumentos.

Además, para la conservación de los insectos antes de realizar su clasificación se han mantenido dentro de botes de plástico con una solución al 50% de etanol y agua, que permite la fijación de los insectos y evita la descomposición.

Para el manejo y recuento de insectos se ha utilizado pinzas, pinceles y una cuchara de plástico con agujeros.



Figura 9. Estereoscopio microscopio.

2.5 TOMA DE DATOS Y PROTOCOLO

Antes de saber que protocolo se ha aplicado para la obtención de los resultados es necesario entender qué hay dos partes diferenciadas en la toma de datos, una referenciada a la duración de las etapas de descomposición junto con los insectos de cada fase (jaulas de emergencia) y otra que busca solo la captura de individuos en el global del trabajo (trampas de gravedad, trampas metálicas y muestras de suelo).

Es conveniente explicar que el método más eficaz y que se utiliza con mayor frecuencia en este tipo de estudios son las trampas de Schoenly. Este dispositivo está diseñado para capturar todo tipo de fauna artropodiana que acude al cadáver y que se desarrolla sobre el cebo. Además, la influencia de la trampa en el proceso de descomposición es mínimo y permite una correcta sucesión faunística en el lugar. También la recolección de individuos es continua y total, con una efectividad del 100% y no depende del recolector.

Por falta de presupuesto y tiempo, en el presente estudio no se ha podido desarrollar utilizando una trampa de Schoenly y se han sustituido por otro tipo de trampas. Estas trampas permiten

capturar todo tipo de fauna artropodiana pero el porcentaje de efectividad en la captura de individuos que acuden al lugar es inferior que con la trampa de Schoenly.

Tabla 1. Tabla resumen de las trampas utilizadas para capturar individuos que actúan en la descomposición del cadáver.

Tipo de trampa	Colocación	Finalidad
Trampas de gravedad	Se colocaron junto a los cadáveres en el monte, una dentro de la jaula y otra al exterior de ésta.	Capturar todo tipo de individuos que tengan relación directa o indirecta con la descomposición de los cadáveres.
Trampas de emergencia	Se colocaron en un descampado en el interior de la Escuela Politécnica de Ingeniería Agraria (Lleida).	Capturar individuos que están en el interior del cuerpo del cadáver y que tengan relación directa con el tipo de estado de descomposición en el que se capturen.
Muestras de suelo	En laboratorio dentro de una jaula de plástico	Capturar dípteros una vez acabado el estadio de pupa para clasificar dípteros adultos.

Las jaulas metálicas se instalaron en el monte con dos semanas de antelación a la colocación de los cadáveres de conejos. Se colocaron un total de cuatro jaulas. Éstas se dividieron en dos grupos de dos y cada grupo de situó en una zona diferente del bosque, con unas condiciones dasométricas diferentes entre ellas (zona A y zona B). Además, las jaulas que se instalaron en la misma zona se separaron en una distancia superior a los 40 metros, para intentar que no haya interferencias entre ellas y que los resultados se han independientes de cada jaula.

Una vez colocadas las jaulas metálicas se realizó dos agujeros, uno dentro de la misma jaula y otro a una distancia inferior a un metro, y dentro de estos se pusieron los botes de cristal que actuarían como trampa de gravedad. Los botes se llenaron de agua con jabón para impedir que los insectos escaparan del bote una vez dentro, sobretodo insectos marchadores e incluso larvas de dípteros. Además, se instalaron encima de las trampas de gravedad bandejas de plástico para proteger la entrada de agua de lluvia dentro de los botes de cristal.

Una vez instaladas las jaulas, se colocaron los cadáveres de animales. La distribución de los conejos en las jaulas es la siguiente:



Figura 10. Preparación del terreno para la instalación de las jaulas.

Tabla 2. Tabla resumen del número de conejos por jaula y la zona donde se sitúan (Anejos II).

Número de jaula	Número de conejos	Zona en la que están instalados
Jaula 1	3	Zona A
Jaula 2	1	Zona A
Jaula 3	3	Zona B
Jaula 4	1	Zona B

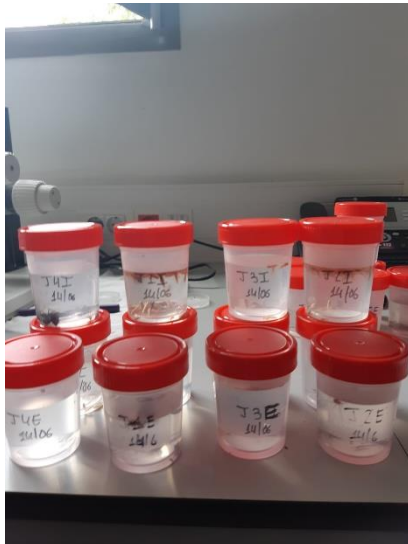
En las jaulas 1 y 3 se colocaron un total de tres conejos por jaula con el fin de retirar los conejos en las diferentes fases de la descomposición. Es decir, como las jaulas permiten la entrada pero también la salida de los insectos se decidió retirar un conejo de cada una de las jaulas 1 y 3 por cada etapa distinta de la descomposición, con el objetivo de controlar los diferentes tipos de insectos que participan en cada fase. Los cadáveres se retiraron con una pala, junto con la tierra que había bajo ellos y se depositaron dentro de las trampas de emergencia, que consistían en botellas de plástico de ocho litros pintadas de negro. Este proceso se realizó los mismos días tanto para la jaula 1 como para la jaula 3.

Los conejos de las jaulas 1 y 3 así como las trampas de gravedad se retiraron en momentos específicos durante la fase de descomposición. Cada fecha de retirada representa un estadio de descomposición, por tanto la primera fecha de retirada representa el estadio de hinchazón, el segundo el estadio de descomposición activa y parte de la descomposición avanzada, la tercera únicamente la descomposición avanzada y la cuarta los restos secos. Esto permite capturar los individuos que participan en cada fase de la descomposición y realizar una secuencia de los órdenes que se suceden durante la descomposición de los cuerpos.

Una vez retirados del monte, se trasladaban a la Escuela Politécnica de Ingeniería Agraria. En la escuela se colocaron en un solar (Anejo II) y se taparon las botellas con ramas para evitar la máxima insolación.

El objetivo una vez instalados los conejos en la escuela era obtener larvas e individuos adultos de dípteros así como individuos adultos de coleópteros e himenópteros. Por eso se pintaron las botellas de negro y se dejó una sola escapatoria para que los insectos que estén dentro fueran atraídos por la luz y quedaran atrapados en otra botella más pequeña. También se recogieron muestras del suelo de alrededor de las jaulas 3 y 1 con el fin de capturar larvas en estado de pupa. Estas muestras de suelo se llevaron a laboratorio y se pusieron dentro de jaulas para esperar a obtener individuos adultos de Dípteros.

Las jaulas 2 y 4 se dejaron en el bosque hasta la última etapa de descomposición con el fin de comparar la evolución de las diferentes etapas de descomposición en función de las condiciones ambientales y de las diferencias entre las zonas A y B.



Los botes de cristal de las trampas de gravedad se retiraron el mismo día que los conejos de las jaulas 1 y 3, pero en este caso, también se extraían los botes de las jaulas 2 y 4. Por tanto se obtuvieron un total de 24 muestras de botes de trampas de gravedad en primavera y otras 24 muestras en verano.

Una vez las muestras estaban en el laboratorio, se cambió la solución de agua con jabón de los botes de cristal con una solución al 50% de etanol y agua y se etiquetaban en función de la jaula, de la situación de la trampa de gravedad (interior o exterior de la trampa) y del día que fueron retirados del monte.

Figura 11. Botes de plástico con los individuos capturados en las trampas de gravedad y las etiquetas.

A posteriori se observaron en el estereoscopio binocular y se clasificaban según orden, familia y género, sobre todo en los dípteros. .

El protocolo se repitió dos veces, una para cada estación del año en que se realizó el estudio (primavera y verano).

2.7 PERÍODO DE MUESTREO

Los muestreos se realizaron durante la primavera astronómica del 2019 y durante el verano astronómico del mismo año.

Las jaulas se colocaron con dos semanas de antelación antes de introducir los cadáveres en el interior de las jaulas para lograr estabilizar las condiciones del suelo alrededor de las jaulas, ya que durante la colocación de estas se modificaron las condiciones del suelo. Lo mismo sucedió antes del período de muestreo del verano pero el tiempo de estabilización solo fue de una semana por falta de tiempo.

Tabla 3. Plan general de muestreo. La tabla indica el número de muestreos que se hicieron en cada estación del año y el día en el que se realizaron. Las fechas señalan en rojo indican que ese día se retiraron dos cadáveres. Fuente propia.

Primavera 2019		Verano 2019	
Muestreo	Fecha	Muestreo	Fecha
1	07/06/2019	1	10/07/2019
2	08/06/2019	2	11/07/2019
3	09/06/2019	3	12/07/2019
4	10/06/2019	4	13/07/2019
5	11/06/2019	5	15/07/2019
6	13/06/2019	6	17/07/2019

7	14/06/2019	7	19/07/2019
8	17/06/2019	8	22/07/2019
9	19/06/2019	9	24/07/2019
10	21/06/2019	10	26/07/2019
11	23/06/2019	11	29/07/2019
12	25/06/2019		
13	27/06/2019		
14	01/07/2019		

El muestreo se realizó diariamente durante los 5 primeros días y después, cada dos o tres días. Una vez el cuerpo está en las dos últimas etapas de descomposición la evolución de los cadáveres se ralentiza notablemente y por eso los muestreos son menos continuados. Por tanto, la secuenciación de la toma de muestras va ligada con la duración de las etapas de descomposición.

El muestreo en verano se realizó diariamente durante los primeros 4 días, donde los cambios de estado son más rápidos. Una vez estabilizado el cebo, los muestreos pasaron a ser cada 2 o 3 días.

La periodicidad de muestreo pero ha estado condicionada por la disponibilidad de vehículo así como de las condiciones meteorológicas.

2.8 DATOS CLIMÁTICOS DEL PERÍODO DE ESTUDIO

El clima en la zona de estudio es templado y cálido. Las precipitaciones son presentes durante todo el año pero no de forma abundantes. La temperatura media anual se encuentra alrededor de los 12,8 °C y la precipitación media es de 551 mm al año.

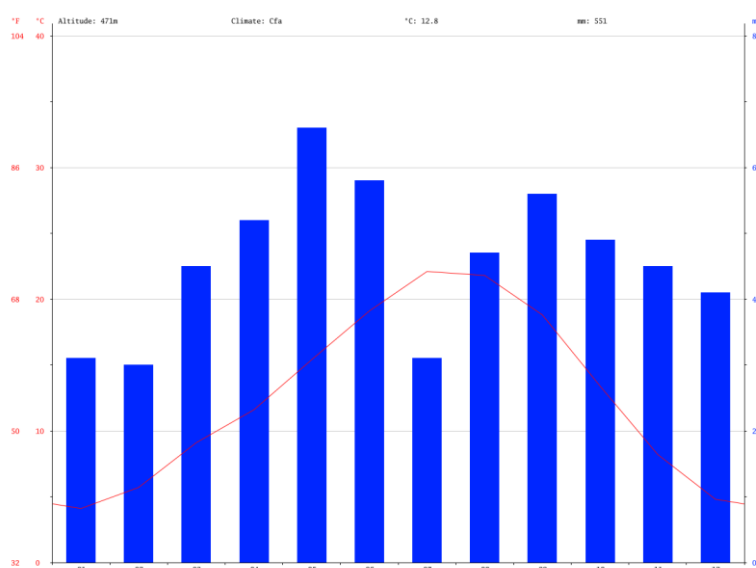


Tabla 4. Climograma de Castillonroy, municipio al que pertenece el monte HU-3127. Fuente: www.es.climate-data.org

Para la toma de datos climáticos del estudio se ha utilizado la estación meteorológica automática de Alfarràs situada a una altitud de 268 metros y que corresponde a la más próxima al área de estudio. Esta estación pertenece a la red de estaciones automáticas del Servei Meteorològic de Catalunya. La temperatura, la precipitación y la humedad relativa son los datos climáticos registrados. A pesar que las condiciones dentro del bosque son diferentes, estos datos nos dan unas condiciones climáticas orientativas para explicar el ambiente climático que hubo cada día cerca del lugar de estudio.

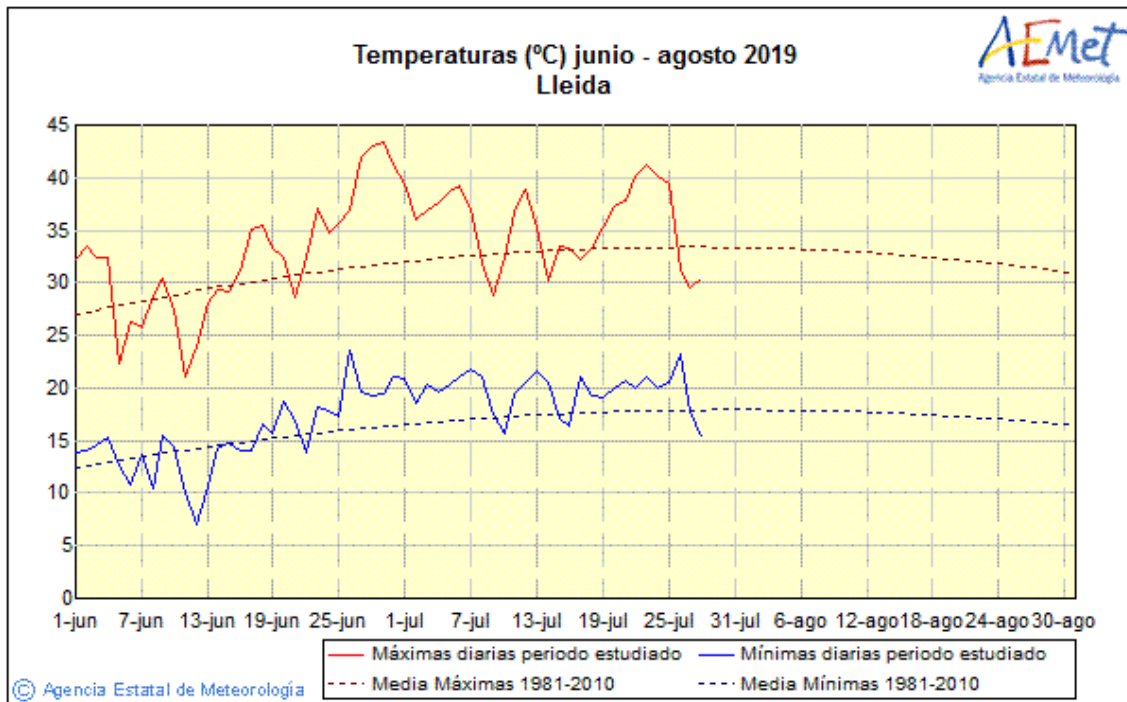


Figura 12. Análisis estacional para Lleida. Fuente: Agencia estatal de meteorología.

El análisis estacional permite obtener una referencia de cómo ha sido la primavera y el verano. Durante el período de estudio de primavera las temperaturas se han mantenido en la media climática o incluso por debajo de ésta, tal y como se muestra en la figura 10. En cambio, en el estudio de verano las temperaturas han sido claramente superiores a la media climática, coincidiendo durante el estudio con dos olas de calor con valores cercanos o superiores a los 40°C. En el período de verano que empezó el día 9 de julio, las temperaturas fueron claramente superior durante los primeros días y por tanto, durante las primeras fases de descomposición, llegándose a producir valores cercanos a los 40 °C. Después de este período las temperaturas volvieron a normalizarse para que durante la última semana del estudio se volvieran a registrar valores claramente superiores al normal.

En resumen, las temperaturas durante el estudio estuvieron por encima de la media climática durante más del 80% del tiempo. Este escenario tiene tendencia a repetirse cada año según las predicciones actuales teniendo en cuenta el cambio climático.

2.8.1 Datos climáticos primavera

En el muestreo de primavera, entre el 6 de junio y el 1 de julio de 2019, la temperatura media se situó entre los 15 °C y los 31 °C (figura 13). Durante la primera quincena de junio la temperatura media fue inferior al normal por la época del año, rondando los 20°C o incluso inferior. En cambio, la segunda quincena de junio la temperatura media fue claramente superior al normal sobre todo por la ola de calor que se registró a finales de mes. Las precipitaciones fueron muy escasas por la época del año, situándose alrededor de los 12 l/m². La humedad relativa media osciló entre el 80% y el 30%, alcanzando valores altos los días donde se registraron precipitaciones y los valores mínimos a finales de mes coincidiendo con las temperaturas más altas del mes.

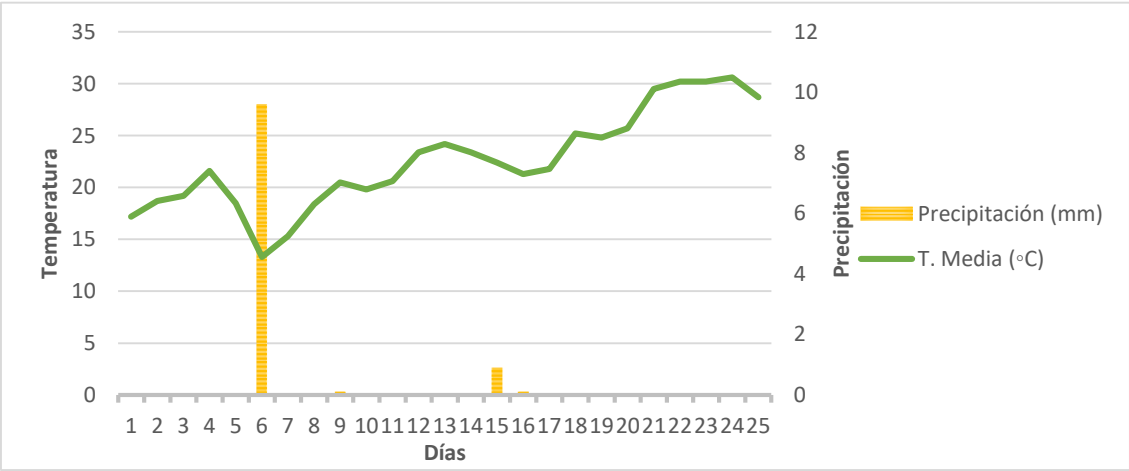


Figura 13. Temperatura media y precipitaciones registradas durante el primer período de estudio en primavera.

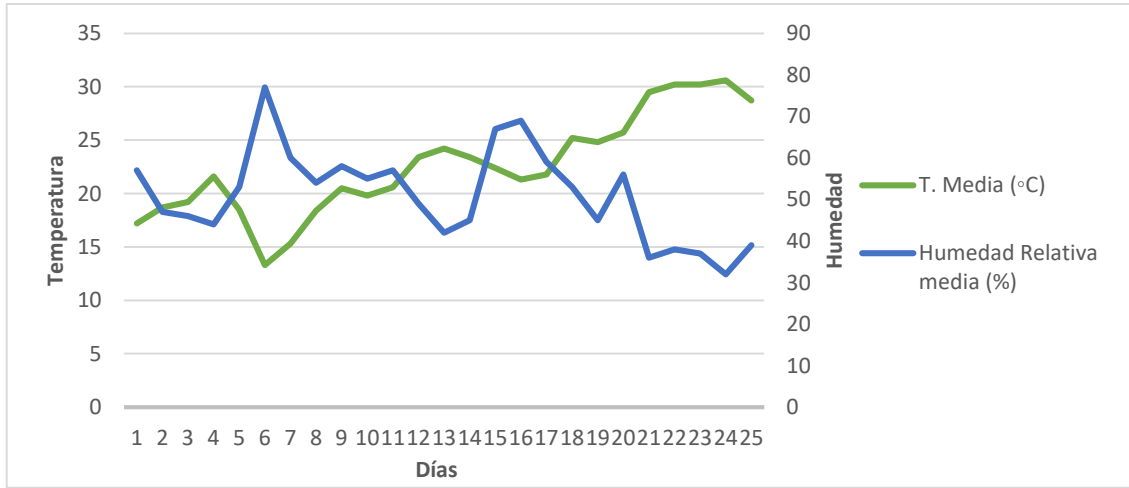


Figura 14. Temperatura media y precipitaciones registradas durante el primer período de estudio en primavera.

2.8.2 Datos climáticos verano

El período de estudio en verano comprendió entre los días 9 y 28 de julio. La temperatura media estuvo alrededor de los 25 °C con pocas variaciones entre los diferentes días. Las precipitaciones fueron escasas y las más abundantes se produjeron en los últimos días, obteniendo el total de 3,2 l/m². La humedad relativa estuvo entre el 40% y 70% en los días de lluvia.

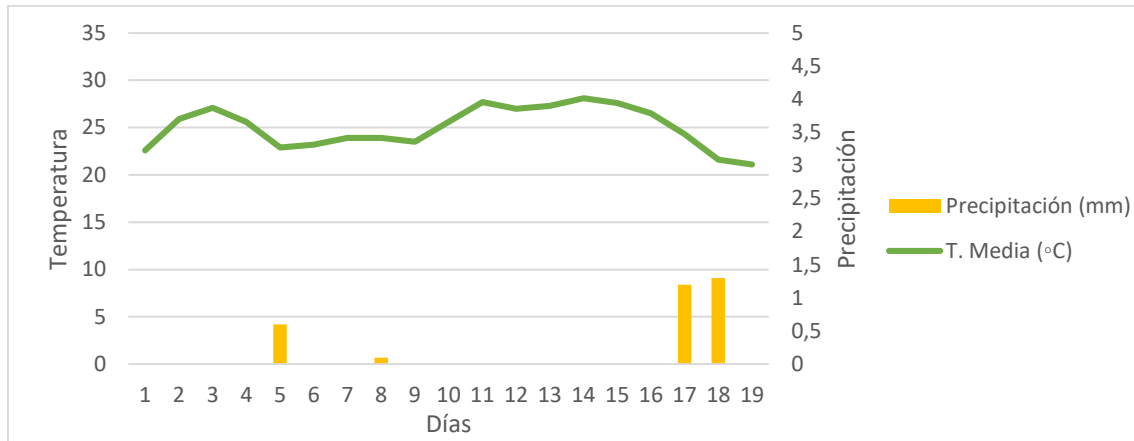


Figura 15. Temperatura media y precipitaciones registradas durante el primer período de estudio en verano.

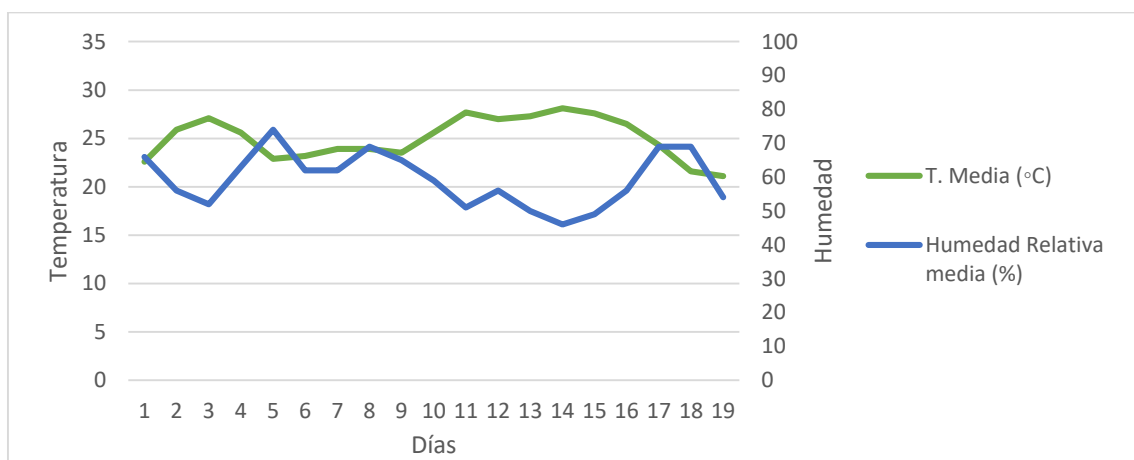
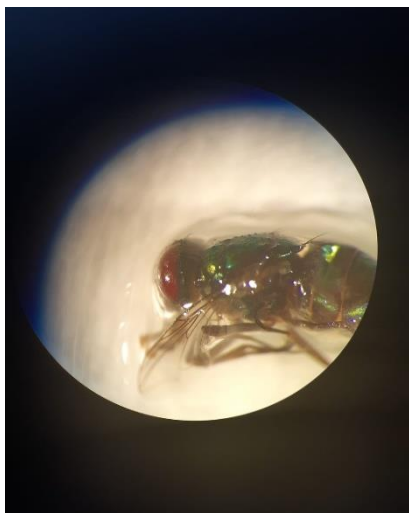


Figura 16. Temperatura media y precipitaciones registradas durante el primer período de estudio en verano.

2.9 IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS, FAMILIAS Y ESPECIES

La identificación del material recolectado se propuso identificar en primer instante el orden y género de los insectos y a posterior-hi, incluso identificar si fuera necesario las familias o especies. Esta clasificación se llevó a cabo mediante claves entomológicas para cada uno de los taxones de artrópodos recolectados, utilizando como se ha comentado anteriormente, el estereoscopio binocular o estéreo microscopio.



Para la identificación del orden Díptera se utilizaron diferentes claves. Para la identificación de las larvas de Díptero se utilizó (Velásquez, Magaña, & Martínez-Sánchez, 2010), (Szpila, 2012) y (McFadden, 1967). En cambio, para la identificación de Dípteros adultos se utilizaron las claves (Carvalho & Mello-Patiu, 2008), (Unwin, 1981) y (Chinery, 1984).

Para la identificación del orden Coleóptera a nivel de familia se utilizó (Naranjo-López & Navarrete-Hereida, 2011).

Figura 17. Fotografía en el microscopio de un ejemplar capturado de Díptero (Familia Calliphoridae).

2.10 TRATAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

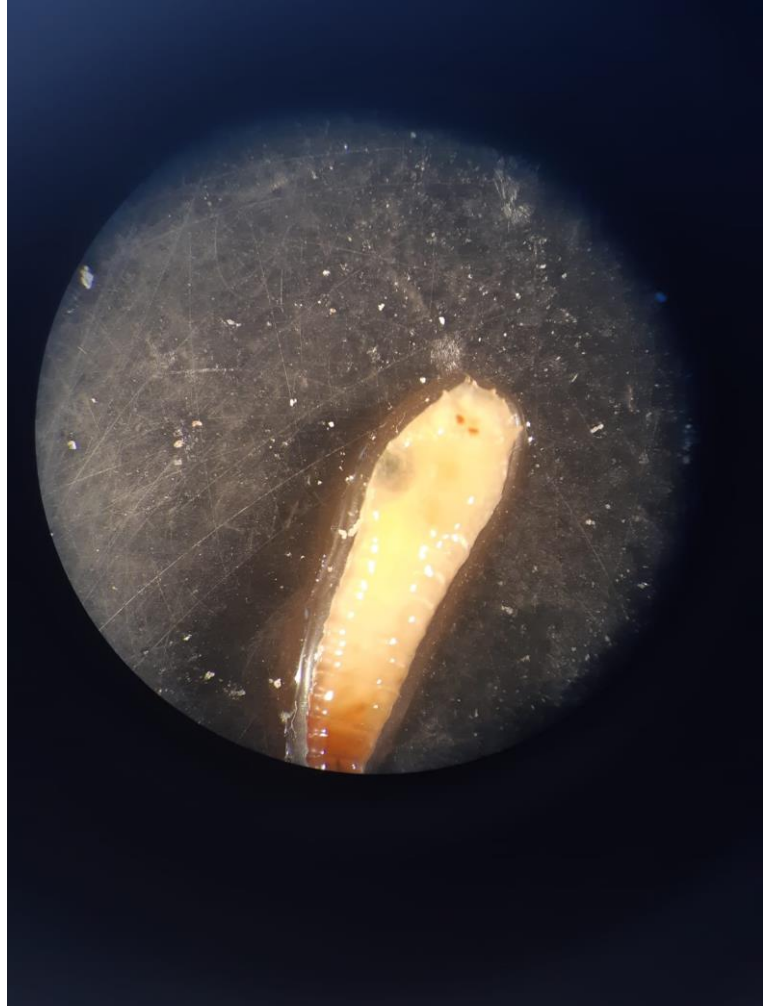
Después de la obtención de datos a través del protocolo explicado en el apartado anterior, viene procedida de la fase de tratamiento de datos, en la que consiste en extraer el mayor número de datos útiles para comprender y resumir los datos obtenidos durante la fase de obtención de datos.

De esta manera, la estructura en el Excel queda diferenciada por estaciones del año, por el número de jaulas, por las diferentes zonas donde se sitúan las jaulas y por el tipo de trampa que ha recogido los datos. El objetivo es observar las diferencias entre estas variables y si hay relaciones entre ellas según el tipo y el número de capturas que ha proporcionado cada una.

El análisis estadístico se ha llevado a cabo con la finalidad de conocer las relaciones entre las diferentes variables empleadas durante el estudio, y si estas son significativas o no. Además, se han analizado los datos de forma conjunta y por separado, es decir, para el global del estudio y para cada tipo de estación del año, por cada zona y por cada tipo de trampa.

Se han empleado sobretodo análisis de regresiones lineales para comparar las diferentes variables. A pesar de esto, el estudio estadístico ha resultado sencillo ya que el número de datos obtenidos es limitado y de difícil comparación.

III. Resultados



Fotografía de un ejemplar de larva de díptero (Familia Calliphoridae) en el microscopio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 LISTADO DE TAXONES

Seguidamente se muestran los taxones recolectados durante el estudio con un nivel máximo de identificación hasta la familia, siguiendo el esquema utilizado por (Pérez-Marcos, 2016);

Phylum arthropoda

a) Subphylum Cheliceromorpha

Clase Arachnida

Subclase Megoperculata

Orden Araneae

b) Subphylum Atelocerata

Superclase Insecta

Clase Euentomata

Superorden Dictyoptera

Orden Blattodeae

Orden Coleóptera

Familia Carabidae

Familia Histeriadae

Familia Silphidae

Familia Staphylinidae

Orden Himenóptera

Superfamilia Vespoidae

Familia Formicidae

Orden Díptera

Suborden Brachycera

Familia Calliphoridae

Subfamilia *Chrysomyiinae*

Chrysomya sp.

Subfamilia *Calliphorinae*

Calliphora sp.

Lucila sp.

Familia Sarcophagidae



Sarcophaga sp.



3.2 FASES DE LA DESCOMPOSICIÓN REGISTRADAS


La descomposición es un proceso continuo que comienza en el momento de la muerte y acaba cuando solo queda el esqueleto del cuerpo y se han dividido en diferentes etapas, que difieren en función del autor y de la Región (Díaz-Martín, 2015).

En nuestro estudio encontramos cinco fases de descomposición diferentes, que son las que se utilizan habitualmente en regiones como las del presente estudio y que han sido descritas por (Payne, 1965). Estas fases son: fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos (tabla 5).

Tabla 5. Etapas de descomposición consideradas para la investigación con la descripción breve y características. Fuentes: (Díaz-Martín, 2015), (Pérez-Marcos, 2016) y (Payne, 1965). Fotografías propias.

Etapa de descomposición	Descripción breve	Características	Fotografía
Fresco	Se inicia desde el momento de la muerte hasta que empieza a hincharse el cadáver.	<ul style="list-style-type: none">• Cuerpo frío• Comienza la autólisis	
Hinchado	Se produce mientras el cuerpo permanece hinchado	<ul style="list-style-type: none">• Procesos metabólicos por bacterias anaeróbicas• Producción de gases• Livideces en el abdomen	

<p>Descomposición activa</p>	<p>Se inicia cuando el cuerpo deja de estar hinchado y se produce la rotura de la piel del cadáver y empieza a perder masa corporal debido a la presencia de larvas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abundante presencia de larvas • Rotura de la piel • Fluidos expedidos por los orificios • Fuerte olor a descomposición • Pérdida gradual de masa corporal 	
<p>Descomposición avanzada</p>	<p>Una vez se retiran las larvas a pupar y quedan al descubierto huesos, piel, pelos y cartílagos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida total de tejidos blandos • Desaparición de larvas progresiva • El cuerpo empieza a secarse 	

Restos secos	El cadáver queda reducido a huesos y algo de piel.	<ul style="list-style-type: none">• Restos de esqueleto y partes duras• El decaimiento del cadáver se ralentiza• Desarticulación del esqueleto por procesos biológicos y ambientales	
--------------	--	--	---

En el estudio se han registrado todas las fases descritas anteriormente. Por el contrario, la duración de las fases es distinta entre las épocas del año por las peculiaridades de las condiciones meteorológicas y ambientales. Por tanto, la mayoría de las etapas de descomposición presentan diferentes tiempos, ya sea en días o en horas (tablas 6 y 7).

La fase fresca tuvo diferencias significativas en las diferentes estaciones del año, en primavera (tabla 6), la fase fresca se alarga hasta los dos días en función de la insolación siendo en verano (tabla 7) donde prácticamente esta fase desaparece ya que su duración es inferior a 1 día desde la puesta de los cadáveres. La fase de hinchado tuvo una duración parecida para las diferentes épocas del año, siendo incluso mayor en verano (tabla 7). Las diferencias entre descomposición activa y avanzada son muy notables. Mientras en la activa la duración en las dos épocas del año son iguales, excepto en un caso en particular (tabla 7), en la descomposición se observa variaciones entre las diferentes épocas del año. La fase de restos secos se registró en todas las épocas del año.

Tabla 6. Duración de cada fase de descomposición durante el período de estudio de primavera.

		Fresco (Días)	Hinchado (Días)	Descomposición activa (Días)	Descomposición avanzada (Días)	Restos secos (Días)
Primavera	Jaula 1	2	2	2	4	5
	Jaula 2	2	2	2	6	14
	Jaula 3	1	2	2	3	7
	Jaula 4	2	2	2	6	14

Tabla 7. Duración de cada fase de descomposición durante el período de estudio de verano.

		Fresco (Horas)	Hinchado (Días)	Descomposición activa (Días)	Descomposición avanzada (Días)	Restos secos (Días)
Verano	Jaula 1	<24 horas	2	2	4	5
	Jaula 2	<24 horas	3	2	4	11
	Jaula 3	<24 horas	2	< 12 horas	4	8
	Jaula 4	<24 horas	3	2	4	11

Puede observarse que la velocidad de descomposición de los cadáveres fue inferior en verano que en primavera, indicando que la temperatura es un factor importante que incide directamente en la duración de la descomposición de los cadáveres.

Las altas temperatura afectaron directamente a la duración de la mayoría de las fases de descomposición en verano, provocando prácticamente la desaparición de la fase fresca y acortando el número de días de descomposición de los cadáveres en el monte. En comparación con otros trabajos como (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004), (Gaminde, 2015) y (Kocarek, 2002), la velocidad de descomposición total de los cadáveres ha sido mucho mayor, siendo en nuestro caso de 26 días en primavera y 20 días en verano.

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*

Tabla 8. Evolución de las diferentes fases de descomposición observadas para cada una de las jaulas durante el período de estudio de primavera y verano. Cada color representa un fase de descomposición: Verde, fase fresca; Amarillo, fase de hinchazón; Marrón, fase de descomposición activa; Violeta, fase de descomposición avanzada; Azul, Fase de restos secos.

Período de muestreo en primavera					Período de muestreo en verano				
Día	Jaula 1	Jaula 2	Jaula 3	Jaula 4	Día	Jaula 1	Jaula 2	Jaula 3	Jaula 4
1	Verde	Verde	Verde	Verde	1	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
2	Verde	Verde	Amarillo	Verde	2	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
3	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	3	Marrón	Amarillo	Violeta	Amarillo
4	Amarillo	Amarillo	Marrón	Amarillo	4	Marrón	Marrón	Violeta	Marrón
5	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón	5	Violeta	Marrón	Violeta	Marrón
6	Marrón	Marrón	Violeta	Marrón	6	Violeta	Violeta	Azul	Violeta
7	Violeta	Violeta	Violeta	Violeta	7	Violeta	Violeta	Azul	Violeta
8	Violeta	Violeta	Violeta	Violeta	8	Violeta	Violeta	Azul	Violeta
9	Violeta	Violeta	Azul	Violeta	9	Azul	Violeta	Azul	Violeta
10	Violeta	Violeta	Azul	Violeta	10	Azul	Azul	Azul	Azul
11	Azul	Violeta	Azul	Violeta	11	Azul	Azul	Azul	Azul
12	Azul	Violeta	Azul	Violeta	12	Azul	Azul	Azul	Azul
13	Azul	Azul	Azul	Azul	13	Azul	Azul	Azul	Azul
14	Azul	Azul	Azul	Azul	14	Sin muestras	Azul	Sin muestras	Azul
15	Azul	Azul	Azul	Azul					
16	Sin muestras	Azul	Sin muestras	Azul					

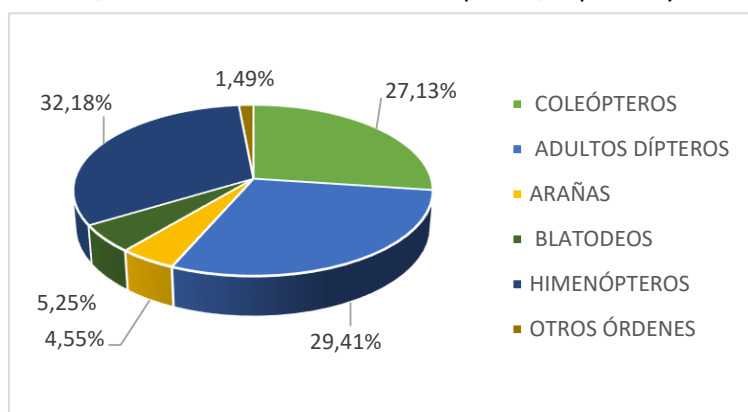
En la tabla 8 se observa la evolución de las fases de descomposición en cada jaula durante la descomposición de los cadáveres. En primavera, la jaula 3 tuvo una descomposición más rápida que el resto, probablemente provocada por una mayor insolación, acortando los días de descomposición avanzada. Por el contrario, las jaulas 2 y 4 tuvieron velocidades de descomposición similares a pesar que están en diferentes condiciones de radiación.

En el período de muestreo en verano las diferencias de velocidades entre jaulas se incrementaron. La jaula 3 es la que difiere más del resto, probablemente provocada por una duración inferior a las 12 horas de la fase de descomposición activa. En el resto de jaulas, la jaula 1 obtuvo una velocidad superior de descomposición al resto de jaulas, 2 y 4, que obtuvieron resultados similares otra vez.

3.3 ESTUDIO DE LA COMUNIDAD GLOBAL

Estos ejemplares forman parte de un total de 17 taxones del filo Arthropoda; 2 subphylum, 1 superclase, 2 clases, 1 subclase, 1 superorden, 5 órdenes, 1 suborden, 1 superfamilia, 7 familias, 2 subfamilias y 4 géneros.

Se han capturado un total de 20.896 ejemplares durante el estudio, de los cuáles 19.864 (95,06%) han sido en estado larvario y 1.010 en estado adulto. Si nos fijamos en los individuos adultos, se observa como los himenópteros, dípteros y coleópteros han sido los órdenes con una representación más elevada de capturas en el conjunto de las trampas.



una representación más elevada de capturas en el conjunto de las trampas.

Figura 18. Abundancia relativa de los resultados globales del estudio. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

En el global de los resultados solo se representa gráficamente los adultos ya que si se añaden los dípteros capturados en estado larvario, se desvirtúan los resultados del porcentaje de individuos que llegan a los cadáveres. A pesar de ello, en los resultados por órdenes se si han tenido en cuenta ya que son importantes para diferenciar entre especies.

La tendencia de cada orden se recoge en la figura 19, además la representación porcentual de cada orden en las diferentes fechas de recogida de las muestras.

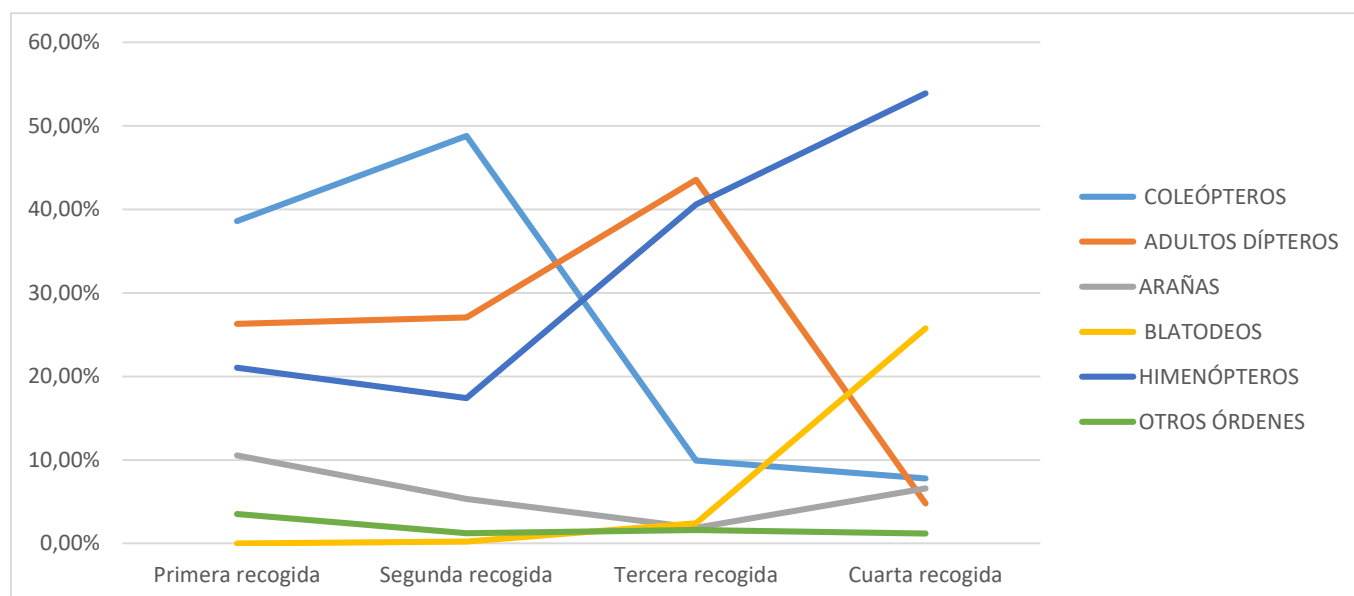
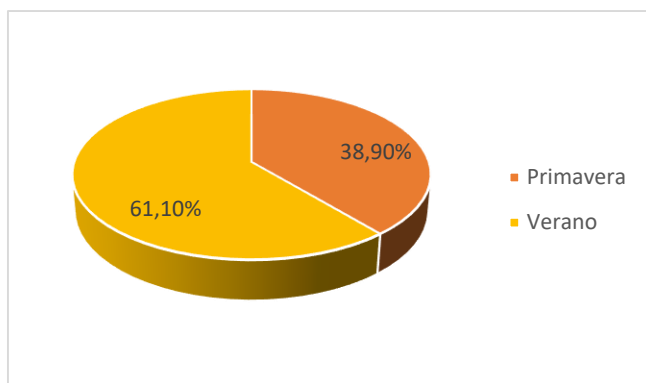


Figura 19. Evolución de los órdenes en los días que estuvo en descomposición los cadáveres en el bosque y los porcentajes de cada orden y fecha de recogida en términos absolutos.

La presencia de Dípteros fue remarcable en las tres primeras fecha de recogida y por tanto, los Dípteros estuvieron presentes en las etapas de hinchazón, descomposición activa y avanzada. Por otro lado, los Coleópteros tuvieron un papel muy destacable tanto en la fase de hinchazón como de descomposición activa para después disminuir su presencia sensiblemente. Destaca notablemente la presencia de cucarachas en el estadio de restos secos. El orden de himenópteros ha estado presente en todas las fases pero sobre todo en la de restos secos, donde fueron la mitad de las capturas.



La distribución estacional de las capturas nos indica que en verano se han capturado un mayor número de individuos, tanto en estadio larvario como en adultos, con respecto a la primavera.

Figura 20. Distribución estacional de las capturas en las dos estaciones estudiadas.

3.3.1 Primavera

Durante la primavera se recogieron un total de 8.118 ejemplares, de los cuales 7.604 en un estadio larvario y 514 en adulto. Evidentemente el mayor número de ejemplares fueron preimarginales ya que la presencia de individuos durante el estadio de descomposición activa es abundante y se pudieron recoger un gran número de ellos en las trampas de gravedad interior en su mayoría.

En ejemplares adultos, en términos absolutos el orden más abundante fue el de Himenópteros, seguido muy de cerca por el orden de Coleópteros y ya a mayor distancia los Dípteros, Blátidos y arañas.

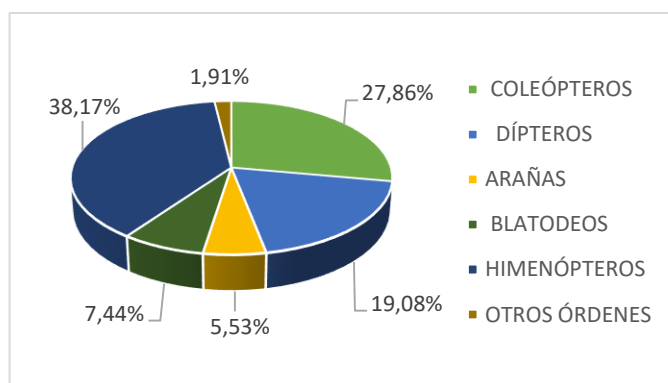


Figura 21. Abundancias relativas de los resultados globales obtenidos en la primavera. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

En la figura 22 se observa la evolución de los órdenes en función de los días que estuvieron expuestos los cadáveres en el bosque.

Por tanto, se representan en términos absolutos la abundancia de cada orden en las diferentes fases de descomposición. Los coleópteros han estado presentes en todas las fases de

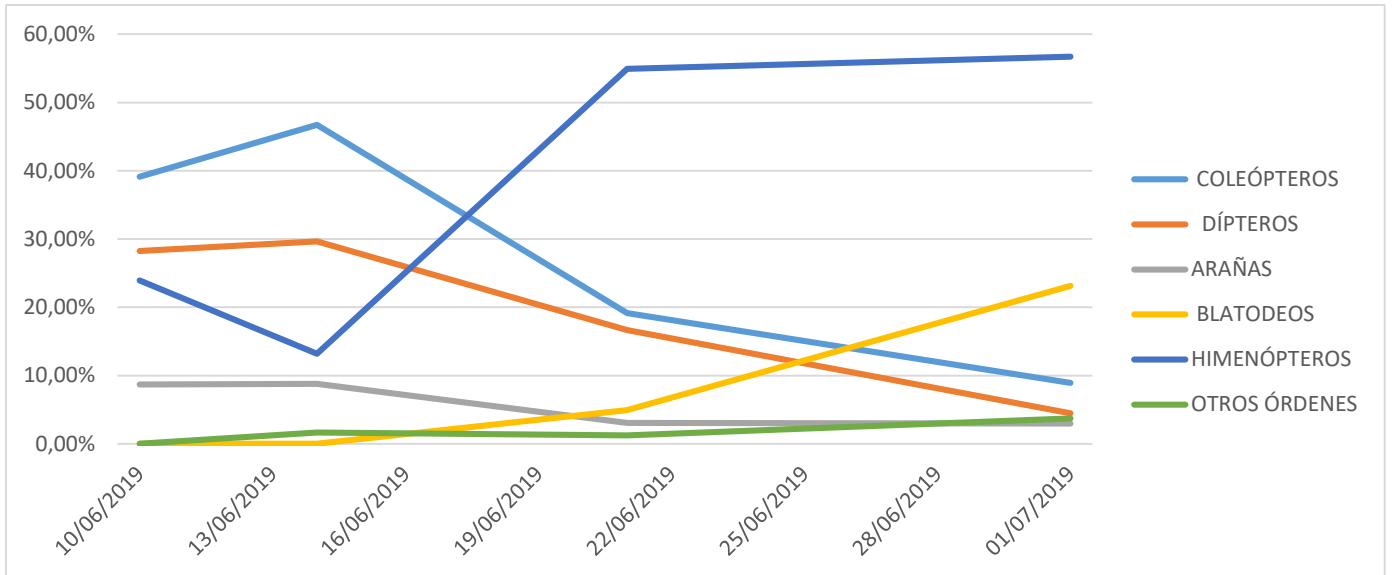
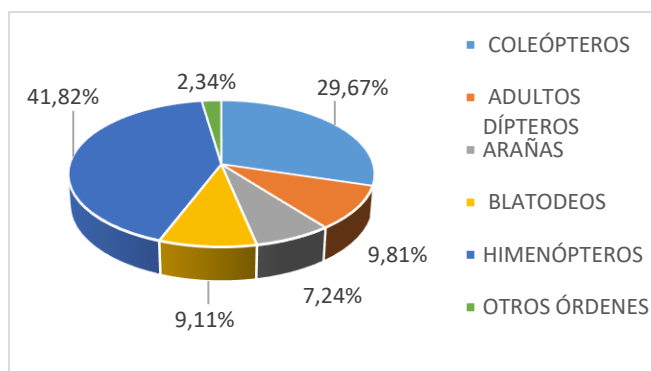


Figura 22. Representación porcentual y evolución de los órdenes capturados en global del estudio.

descomposición pero en mayor porcentaje en las primeras fases de descomposición, hinchazón y descomposición activa sobretodo. Así mismo, los dípteros también se presentan en las primeras fases de la descomposición. En cambio, los himenópteros aparecen de forma abundante en las fases finales de la descomposición como en los restos secos o la descomposición tardía. Otro aspecto remarcable es la aparición de forma notable de cucarachas en la fase de restos secos

3.3.1.1 Resultados globales en función del tipo de trampas

En las trampas de gravedad se han capturado un total 8.032 ejemplares, de los cuales 7.604 fueron de larvas de díptero, un 94,67% del total de capturas. El resto, son el sumatorio de los órdenes restantes alcanzando un total de 428 ejemplares.



De los órdenes con mayor presencia destacan los himenópteros, representando casi la mitad de las capturas en las trampas de gravedad. Los coleópteros representan un 30% del total de capturas. Los otros órdenes se sitúan por debajo del 10%. Evidentemente, las trampas de gravedad cazaron más fauna marchadora que voladora.

Figura 23. Abundancia relativa de las capturas realizadas en las trampas de gravedad en primavera. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

La tendencia de cada orden durante la descomposición de los cadáveres varía en función del estado del cadáver. Los coleópteros abundan sobre todo en las primeras fases de la descomposición en cambio, los himenópteros, en este caso la familia formicidae, se presentan de forma abundante en los últimos estadios de descomposición. La presencia de adultos

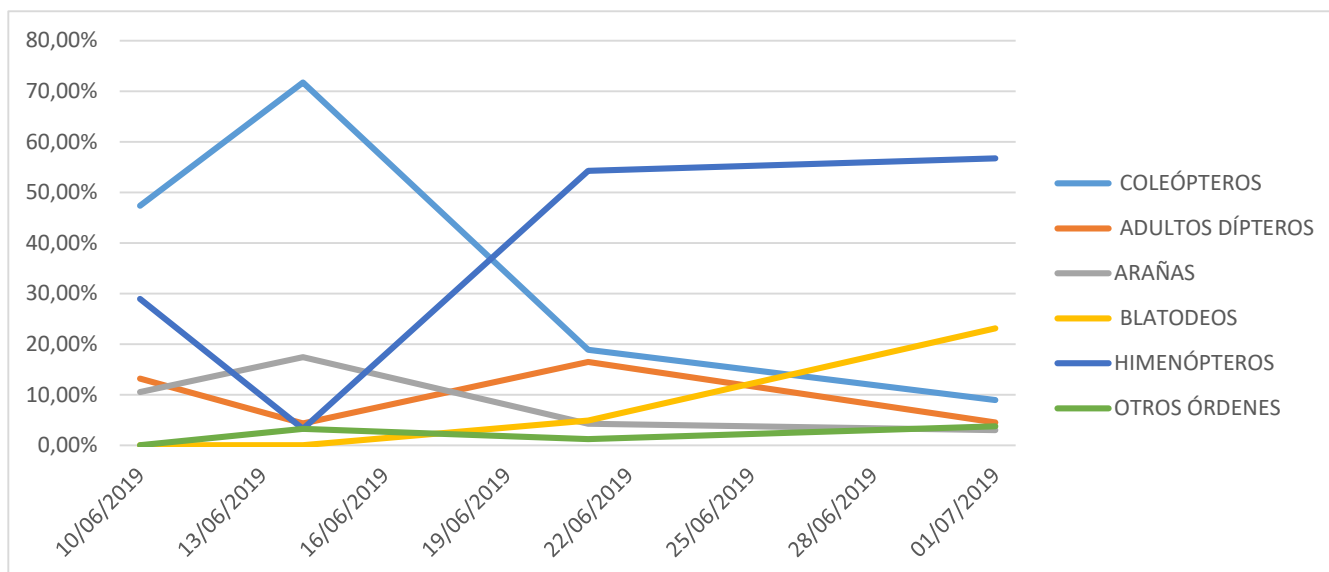


Figura 24. Representación porcentual y evolución de los órdenes capturados en global del estudio.

dípteros se dispara después del estadio de descomposición activa, una vez han pupado bajo suelo y han salido los nuevos ejemplares. El número de cucarachas toma protagonismo en los restos secos.

En las trampas de gravedad interior se han capturado un total de 7.854 individuos, siendo gran parte larvas de dípteros. Además los coleópteros y los himenópteros han sido los órdenes con mayor abundancia dentro las trampas. En las trampas de gravedad exterior, se han recolectado un total de 167 individuos, siendo los himenópteros los más abundantes, seguidos de las cucarachas y las arañas.

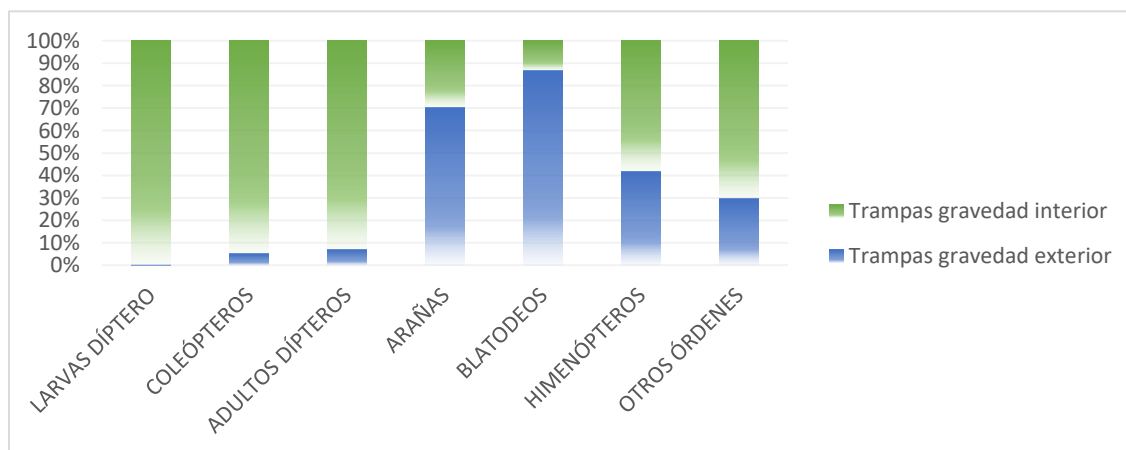


Figura 25. Contribución porcentual de cada trampa en la captura de los órdenes recolectados.

Las diferencias en la contribución a las capturas en función de la posición de la trampa de gravedad se muestran en la figura 22. Las trampas de gravedad interior recolectaron gran parte de los individuos de larvas de díptero, coleópteros y adultos de díptero, que son los grupos que participan directamente en la descomposición del cadáver. En cambio, las arañas y cucarachas

se recolectaron sobre todo en las trampas de gravedad exteriores. Estos resultados nos dan una idea de quienes interactúan de forma directa con la descomposición de los cadáveres, siendo los Dípteros y los Coleópteros los que participan en la descomposición directa y los otros órdenes, pueden ser especies accidentales o especies oportunistas.

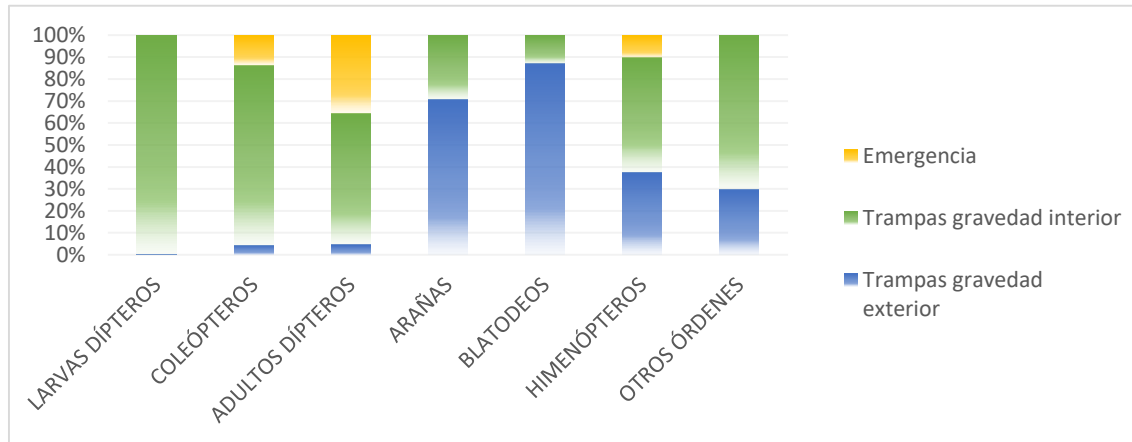


Figura 26. Contribución porcentual de cada trampa de gravedad en la captura de los órdenes recolectados.

En las trampas de emergencia se han capturado un total de 64 individuos, siendo los dípteros el orden con mayor número de capturas. También se han contabilizado himenópteros y coleópteros. La contribución de las trampas de emergencia se han centrado sobre todo en los dípteros con prácticamente el 40% del total capturados. También se han recogido un porcentaje importante de coleópteros así como de himenópteros.

En las muestras de suelo se capturaron dípteros, con la intención de clasificarlos. En total se capturaron 34 moscas, de las cuales 33 provienen de las muestra de suelo de la jaula 3.

3.3.1.2 Resultados globales en función de la zona donde se sitúan las capturas

Como se ha descrito anteriormente las trampas se colocaron en diferentes zonas en el bosque con el objetivo de observar si unas diferentes condiciones dasométricas del monte pueden hacer variar la abundancia y composición de la fauna entomológica.

Se han recogido un total de 5.214 individuos en la zona A mientras que en B, el número ha sido de 2.914. Esta diferencia se debe sobre todo a las diferencias de individuos de larvas de díptero.

En la zona A, el mayor número de capturas respecto los órdenes adultos corresponden a los himenópteros, seguido de los coleópteros y blátidos. Sin embargo en la zona B, el número de capturas de coleópteros e himenópteros es muy parecido. Además, cabe destacar también un mayor número de capturas de dípteros en esta zona (figuras 27 y 28).

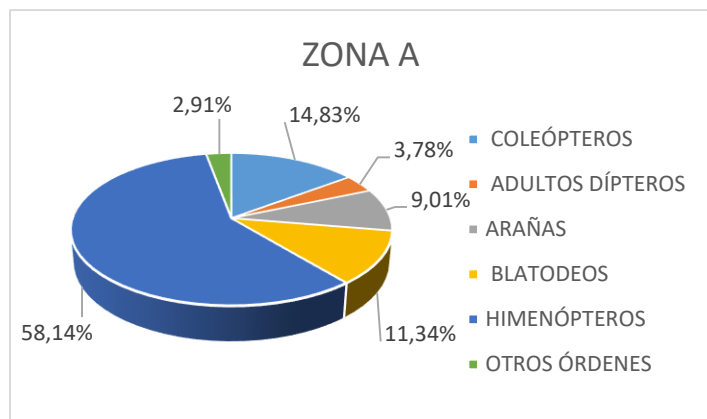


Figura 27. Abundancia relativa de los órdenes capturados en la zona A. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

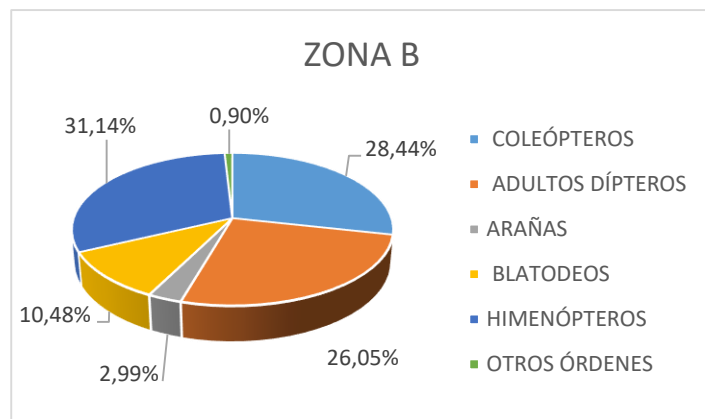


Figura 28. Abundancia relativa de los órdenes capturados en la zona A. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

Porcentualmente en la zona A se han capturado un mayor número de larvas, tal y como sucedía de forma numérica también. Además, se han recogido un número mayor de arañas y de otros órdenes que han sido poco representativos en los porcentajes relativos. En cambio, en la zona B se han registrado un mayor número de coleópteros, dípteros, himenópteros y blátidos.

3.3.2 Verano

Durante el período de verano se capturaron un total de 12.768 individuos, de los cuales 12.260 fueron en estadio de larva y que por tanto, los individuos adultos capturados fueron 508.

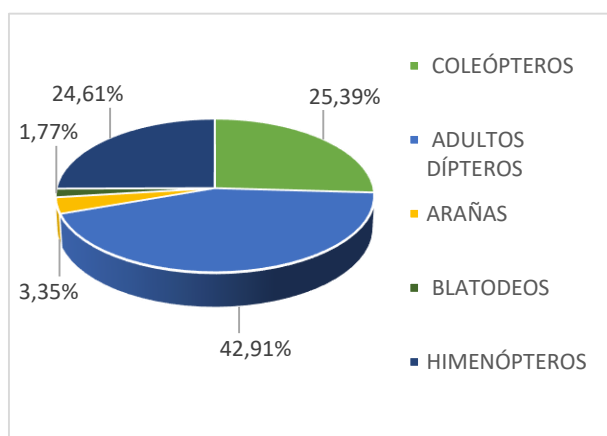


Figura 29. Abundancia relativa de las capturas realizadas en las trampas de gravedad en verano. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

La mayoría de individuos de dípteros en estadio de larva se capturaron en la segunda fecha de retirada de los conejos y trampas, coincidiendo con los estadios de descomposición activa y avanzada.

Del total de individuos adultos capturados el orden más abundante corresponde a los dípteros, siendo prácticamente la mitad de los individuos totales capturados. Además también destacan los órdenes de Coleópteros e Himenópteros, siendo entre los dos órdenes de mitad de las capturas totales de individuos adultos. A diferencia con los resultados de primavera, el porcentaje de individuos de cucarachas capturados es claramente inferior.

El la figura 30 se observa la tendencia de los órdenes capturados durante el período de verano. Los Dípteros obtuvieron un pico de abundancia absoluta en la tercera fecha de retirada, coincidiendo probablemente con la aparición de las moscas que estaban pupando cerca del cadáver. Los Coleópteros estuvieron presentes en las fases de descomposición activa y avanzada de forma abundante pero desaparecieron por completo en los restos secos. Los himenópteros volvieron a obtener porcentajes importantes en todas las fases, siendo más abundantes a medida que se descomponían los cadáveres. Tal y como sucedió en primavera, las cucarachas volvieron a estar presentes en los últimos días de descomposición, coincidiendo con la fase de restos secos.

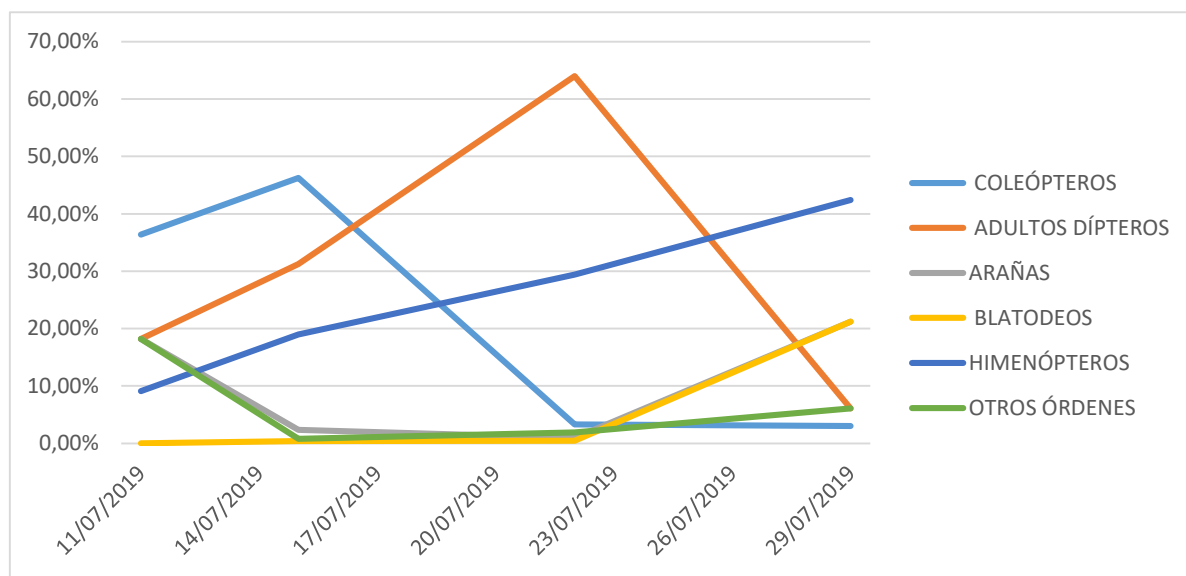


Figura 30. Representación porcentual y evolución de los órdenes capturados en el global del estudio.

3.3.2.1 Resultados globales en función del tipo de trampa

El resultado de las trampas de gravedad en verano fue un total de 12.659 capturas, de las cuales 12.659 fueron de larvas de Díptero.

El orden más abundante fueron los Dípteros, siendo casi la mitad de las capturas de adultos. A continuación, los Himenópteros y los Coleópteros fueron los siguientes órdenes más abundantes. Por tanto, los resultados de las trampas de gravedad siguen la tendencia de los resultados de verano en cuanto a porcentajes relativos de cada orden.

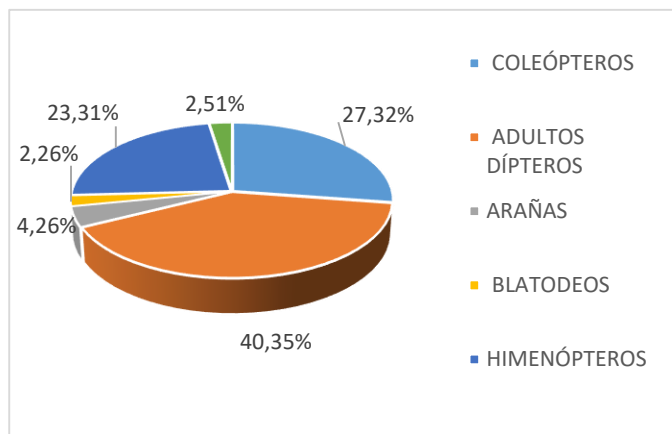


Figura 31. Abundancia relativa de las capturas realizadas en las trampas. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

En cuanto a los porcentajes de cada orden en las diferentes fases de descomposición no se observa ningún cambio significativo respecto las tendencias anteriores para esta misma época del año. Así mismo, los Coleópteros fueron abundantes en las primeras fases de la descomposición y los Dípteros sobre todo después de la salida de los adultos en terminar la fase de pupa. Los Himenópteros tuvieron otra vez una tendencia creciente a medida que el cuerpo se iba descomponiendo y los Blátidos volvieron a aparecer en la última fase de descomposición, tal y como sucede en primavera.

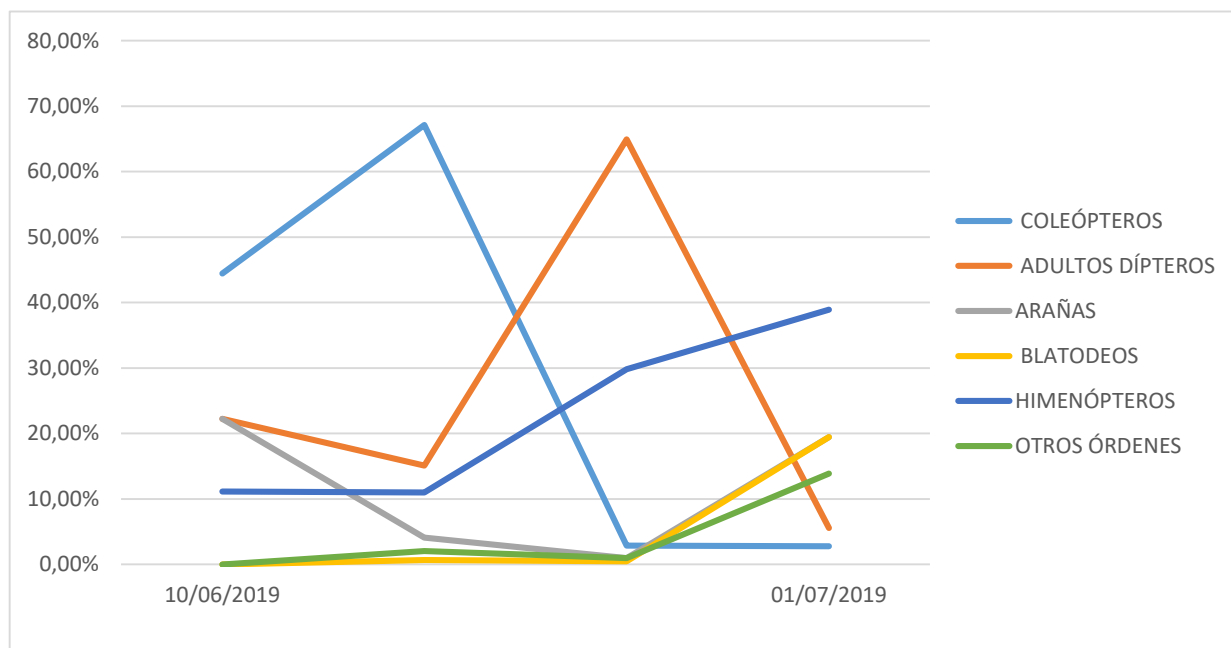


Figura 32. Representación porcentual y evolución de los órdenes capturados en el global del estudio.

La contribución entre las trampas de gravedad interior y exterior es muy remarcables. La trampa de gravedad interior ha proporcionado prácticamente la mayoría de individuos capturados, sobre todo aquellos que pertenecen a los órdenes que se ven involucrados directamente en la descomposición de los cadáveres, tales como los Dípteros y los Coleópteros. En cambio, en las trampas de gravedad exterior tienden a capturar individuos oportunistas o pasajeros, tal y como muestra la figura 33.

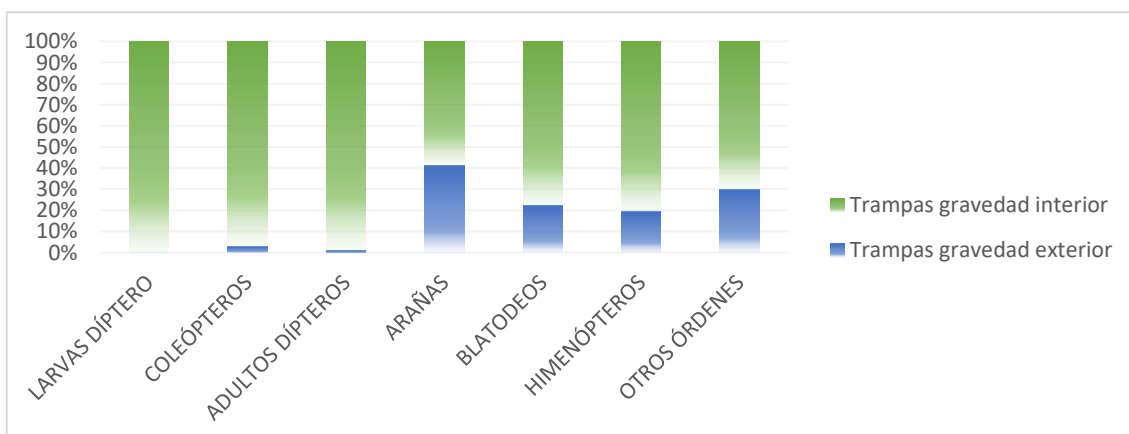


Figura 33. Representación porcentual de los órdenes identificados en función de la situación en las trampas de gravedad.

En las trampas de emergencia se recolectaron un total de 89 individuos adultos, donde han predominado los Dípteros, Himenópteros y Coleópteros, en orden decreciente. La contribución de las trampas de emergencia ha sido escasa en comparación con las trampas de gravedad (figura 34). Solo en los Himenópteros ha representado más del 20% del total de individuos capturados en las diferentes trampas ya que, en los otros órdenes como Dípteros y Coleópteros ha sido inferior al 20%.

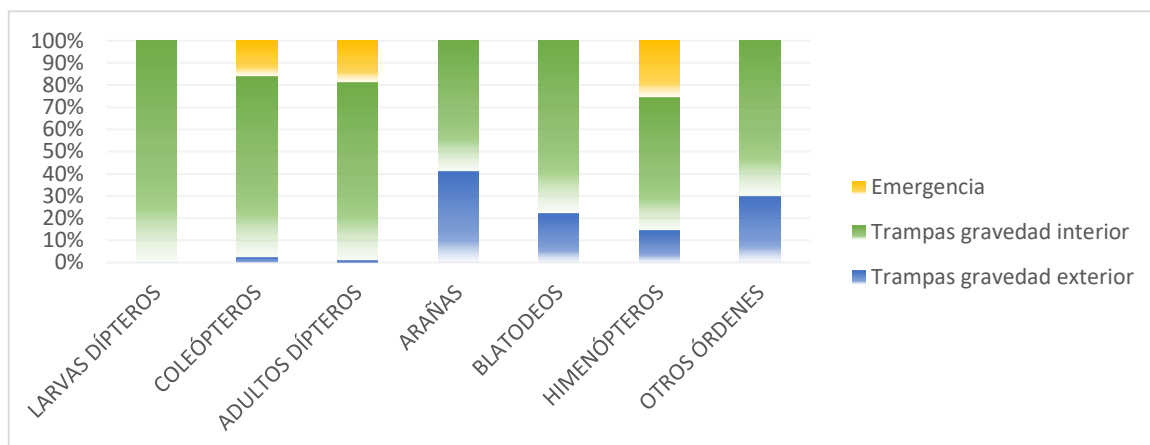


Figura 34. Representación porcentual de los órdenes identificados en función del tipo de trampa.

3.3.2.2 Resultados globales en función de la zona donde se sitúan las capturas

En la zona A se han capturado un total de 8.954 individuos, de los cuales el 96,20% son larvas de Dípteros y en la zona B el total de individuos se eleva hasta los 3.814 individuos, siendo el 95,60% larvas de Dípteros. Por tanto, en la zona B se ha registrado un mayor número de capturas de larvas de Dípteros que en la zona a, a pesar que el porcentaje sea parecido para ambas zonas.

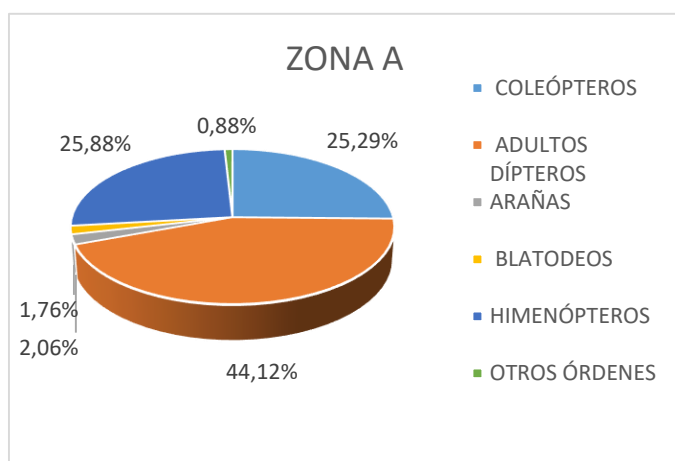


Figura 35. Abundancia relativa de las capturas realizadas en la zona A. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

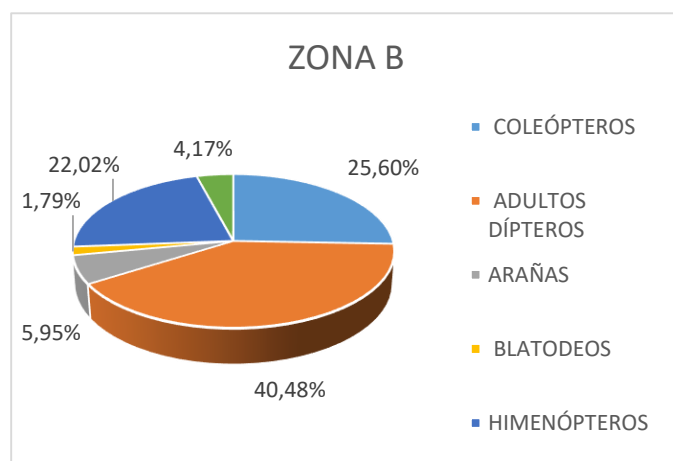


Figura 36. Abundancia relativa de las capturas realizadas en la zona B. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

Si solo tenemos en cuenta los adultos capturados, los porcentajes relativos son diferentes (figura 35 y 36).

Los resultados no difieren excesivamente entre las dos zonas. En ambas, los Dípteros han sido el orden más capturado y se sitúan alrededor del 40% de las capturas totales. Siguiendo esta dinámica, los Coleópteros representan entre el 25% y 26% de las capturas en las dos zonas, indicando que no hay una variación entre ellas para este orden. En cambio para los himenópteros, la zona A registra un porcentaje superior que la zona B. En resumen, las diferencias entre los órdenes por las diferentes zonas no varían, todo lo contrario que sucede en primavera.

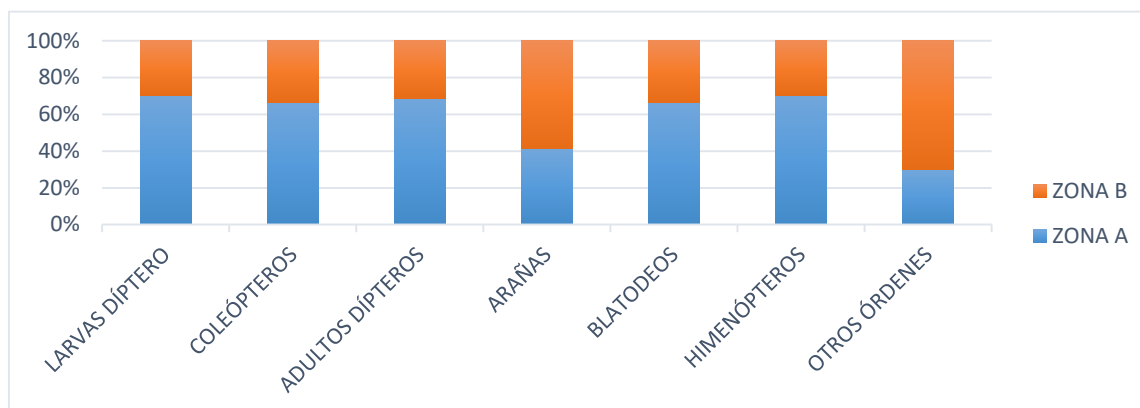


Figura 37. Representación porcentual de los órdenes identificados en función de la zona.

La representación porcentual en función de los órdenes capturados se observa claramente como la zona A ha predominado en las capturas de cada orden. Las larvas y adultos de Dípteros, Coleópteros, cucarachas e himenópteros han sido capturados alrededor del 70% del total en la zona A. Solo las arañas y otros órdenes poco representativos se han capturado en mayor abundancia en la zona B.

3.4 ESTUDIO DE LA COMUNIDAD POR ÓRDENES

3.4.1 ORDEN DÍPTERA

Los Díptera son el grupo de insectos más diversos, llegándose a describir hasta 160.000 especies. El grupo se divide en dos subórdenes principales, Nematocera, donde podemos encontrar los mosquitos como una de las familias más conocidas y los Brachycera, donde encontramos las moscas. En el caso de estas últimas, las diferencias de hábitats entre adultos y larvas puedan variar claramente. Algunas especies se alimentan de fluidos y néctar, otras en cambio son hematófagas. Otro grupo importante son las necrófagas, que se alimentan de restos de materia orgánica en descomposición y son básicamente los primeros en llegar al cadáver y alimentarse de éste (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004).

Dentro del nuestro trabajo, a pesar que no son claramente el grupo más recogido de en adultos, si son el grupo más representativo en las primeras fases de descomposición del cadáver. Dentro de los dos subórdenes, solo se han encontrado Brachycera en todos los muestreos. Los Nematocera en cambio, no han tenido ninguna representación en las capturas durante el estudio y por tanto, no han participado en la descomposición de los cadáveres. A pesar de esto, se sabe que el grupo de Nematocera no desempeñan un papel importante en la comunidad sarcosaprófaga, y esto de confirma en el presente estudio.

En el conjunto del estudio se recogieron un total de 20.061 ejemplares de Díptero, de los cuales 19.764 fueron en el estadio larvario (98,52%) y 297 en el estado adulto. De ellos, la mayoría de

ejemplares fueron de la familia Calliphoridae, a pesar que también hay capturas de individuos no representativos de la descomposición cadavérica. Además, también hay una captura de un individuo perteneciente a la familia Sarcophagidae.

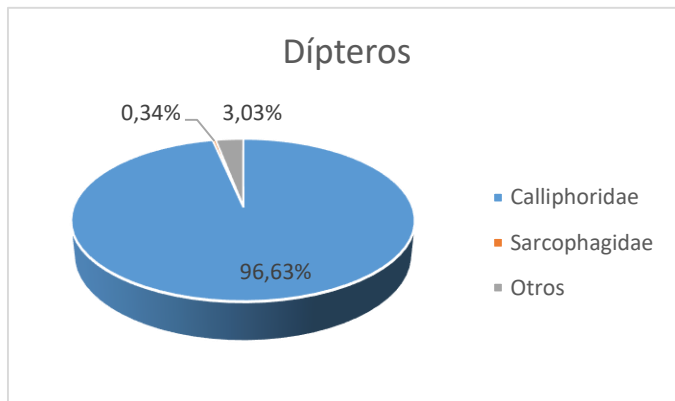


Figura 38. Abundancia relativa de las familias de Dípteros capturadas. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

Del total de Dípteros capturados, ya sean en estadio larvario o adultos, la familia Calliphoridae se presenta como la más importante y representativa del estudio. Sorprende la poca diversidad de especies de Dípteros, puesto que en otros estudios (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004), (Carles-Tolrá, Díaz, & Saloña, 2012) o (Pérez-Marcos, 2016), la aparición de otras familias como Muscidae, Sphaeroceridae o Phoridae es representativas del estudio. Estas diferencias pueden darse ya que el

tipo de trampas utilizadas en los otros estudios no es el mismo que las utilizadas en nuestro estudio y además, el tipo de cebo no es el mismo.

Como la estacionalidad es uno de los factores más importantes en el estudio, es necesario hacer una valoración del orden Dípteros en las diferentes épocas del año estudiadas. Así por tanto, se ha registrado un mayor número de Dípteros en verano que en primavera, tanto de ejemplares adultos como de larvas de Dípteros. Por tanto, a temperaturas superiores se presentan un mayor número de Dípteros alrededor del cadáver y que a consecuencia, inciden en la velocidad de descomposición del cebo. Además, probablemente es una de las razones por las que la velocidad de descomposición de los cadáveres en verano es mayor que en primavera.

Por tanto, la composición a lo que respecta a los taxones es parecida que en otros trabajos ya que es la familia Calliphoridae la que se presenta de forma dominante en términos de desarrollo y consumo de tejidos. La familia Sarcophagidae, poco representada en este estudio y que aparece con mayor abundancia en otros estudios similares, puede deberse al carácter termófilo de esta familia, así como al tipo de cebo y tipos de trampas empleadas para la captura.

3.4.1.1 Familia Calliphoridae

Es una de las familias más descritas y representativas del orden Díptero y hay especies descritas en todas las regiones zoogeográficas. Los adultos presentan hábitos alimenticios variados, pero básicamente se concentran en necrófagos y saprófagos (Gaminde, 2015).

El ciclo de desarrollo es holometábolo. Las hembras adultas ovopositor en la materia orgánica y son las larvas las que se alimentan de esta fuente. Una vez acabada la fuente de alimento de las larvas, estas migran para enterrarse, ya sea debajo de la fuente o a los lados para pupar (Gaminde, 2015).

Dentro de la fauna sarcosaprófaga, la familia Calliphoridae son los primeros en colonizar la carroña, ya que tienen mayor facilidad para ser atraídas por el fuerte olor de descomposición (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004). Esta característica les proporciona una

importancia relevante como principales componentes de la fauna sarcosaprófaga (Amendt, Richards, Campobasso, Zehner, & Hall, 2011).

Por tanto, es normal que la familia Calliphoridae monopolice las capturas de Dípteros en nuestro estudio, tanto en el conjunto de muestreo como en cada una de las estaciones, ya que en otros estudios también se presenta como la familia más abundante.

La familia no mostro ningún comportamiento estacional diferente en lo que respecta a la distribución estacional, ya que no se encontraron prácticamente más familias. No obstante, la abundancia absoluta no fue la misma en primavera que en verano, tal y como se ha descrito anteriormente.

El método más efectivo para capturar larvas de Dípteros fueron las trampas de gravedad y sobre todo, la situada en el interior de las jaulas. En el caso de los adultos, prácticamente todas las trampas capturaron un número similar de ejemplares sin tener en cuenta la estacionalidad (figura 39).

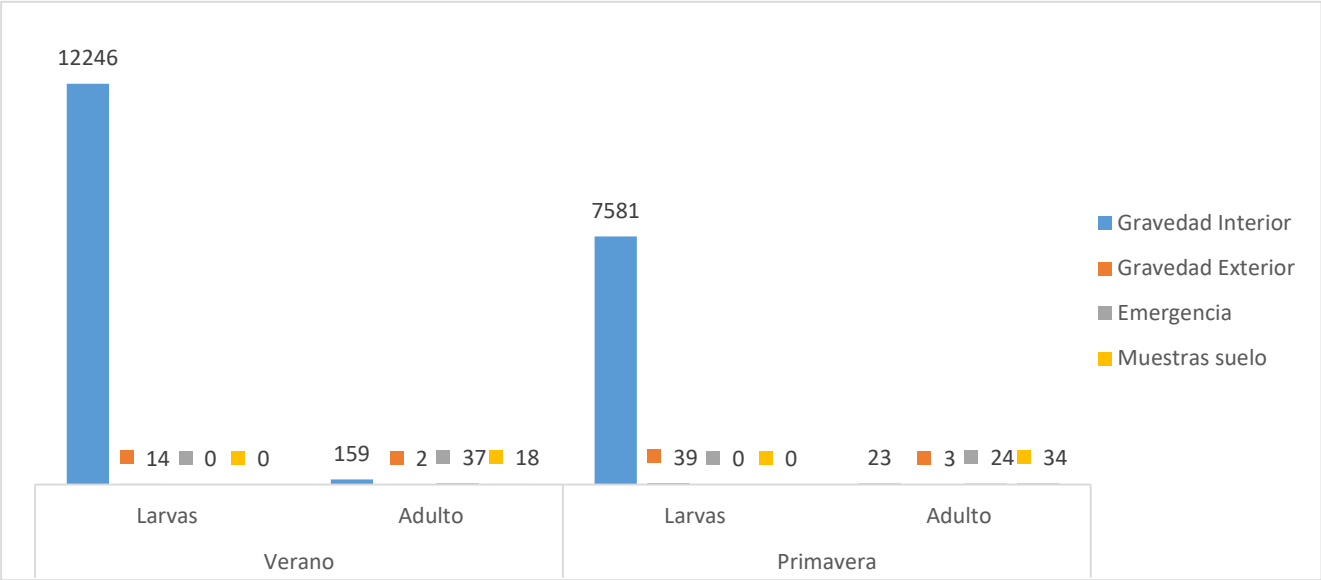
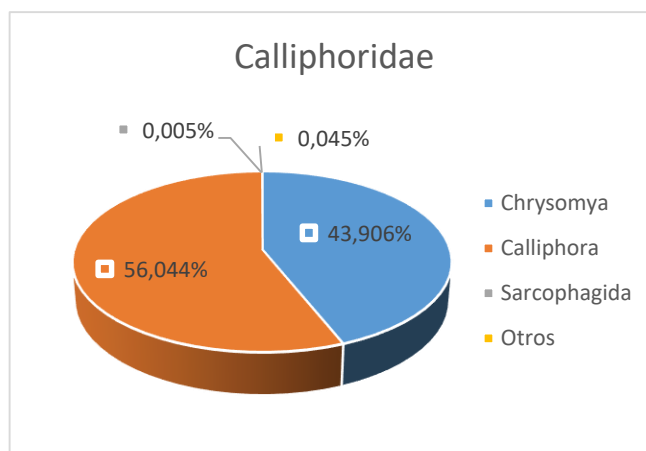


Figura 39. Abundancia de adultos y larvas de Calliphoridae en las dos estaciones astronómicas, en función del número de presas capturadas por cada trampa.

Los Calliphoridae estuvieron representados por las siguientes subfamilias: Subfamilia Chrysomyiinae y Calliphorinae. Además, se identificaron el género *Chrysomya* sp., *Lucila* sp. y *Calliphorida* sp. Se identificó tanto en estadios larvarios como en adultos hasta nivel de género si se pudo concretar.

Figura 40. Abundancia relativa de individuos de Dípteros a nivel de género. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.



En la figura 40 se observa el porcentaje relativo de cada tipo de subfamilias encontradas en el estudio. Esto demuestra que la familia Calliphoridae tiene capacidad de soportar temperaturas ambientales altas, siendo abundante en estaciones con climas más adversos para otras especies.

A pesar de esto, hay diferencias en el que respecta al género, ya que en primavera solo se encontraron larvas de *Calliphora* sp. Mientras que en verano se obtuvieron larvas tanto de *Calliphora* sp. como de *Chrysomya* sp.

En la figura41 se expone los resultados de la abundancia de individuos de cada género de Díptero encontrados en función del estadio en el que se encuentran, estacionalidad y tipo de trampa.

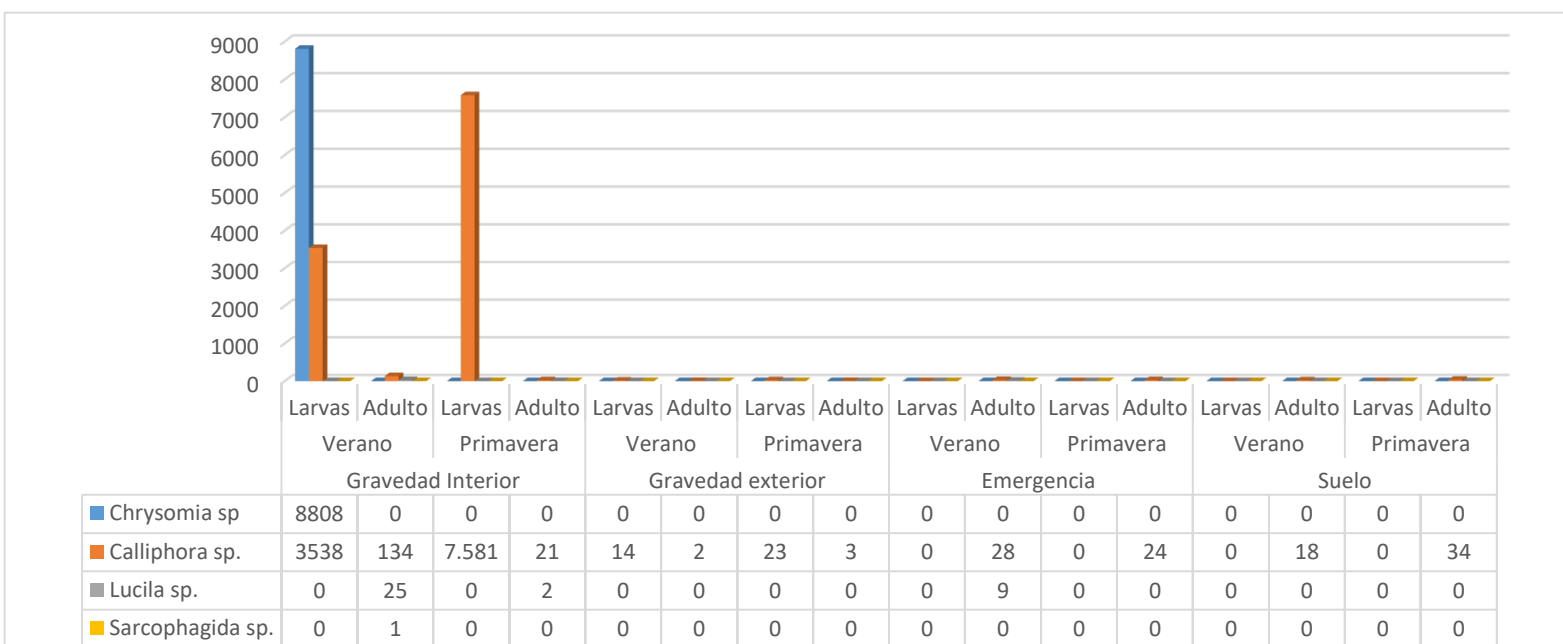


Figura 41. Abundancia de adultos y larvas de Dípteros en las dos estaciones astronómicas, en función del número de presas capturadas por cada trampa.

Se observa como predomina en primavera el género *Calliphorida* tanto en larva como en adultos pero como en verano hay un despunte de la cantidad de larvas de *Chrysomia* a pesar que no se ve reflejado a posteriori en el número de ejemplares adultos. Esto es importante ya que nos indica que hay un relevo generacional entre las estaciones de primavera y verano. Además, también se capturaron adultos de *Lucila* sobre todo en verano. Por tanto, el aumento de temperaturas conlleva cambios en la diversidad de géneros de Dípteros.

Se confirma como el carácter termófilo de los Dípteros marca la sucesión de estos en las diferentes estaciones del año. Por tanto, si la tendencia según el cambio climático es en aumentar la temperatura media en todas las estaciones del año, aquellas especies termófilas, como *Chrysomia* y *Lucila* se verán beneficiadas por estos cambios en reprimenda de otros géneros como los *Calliphoridos*.

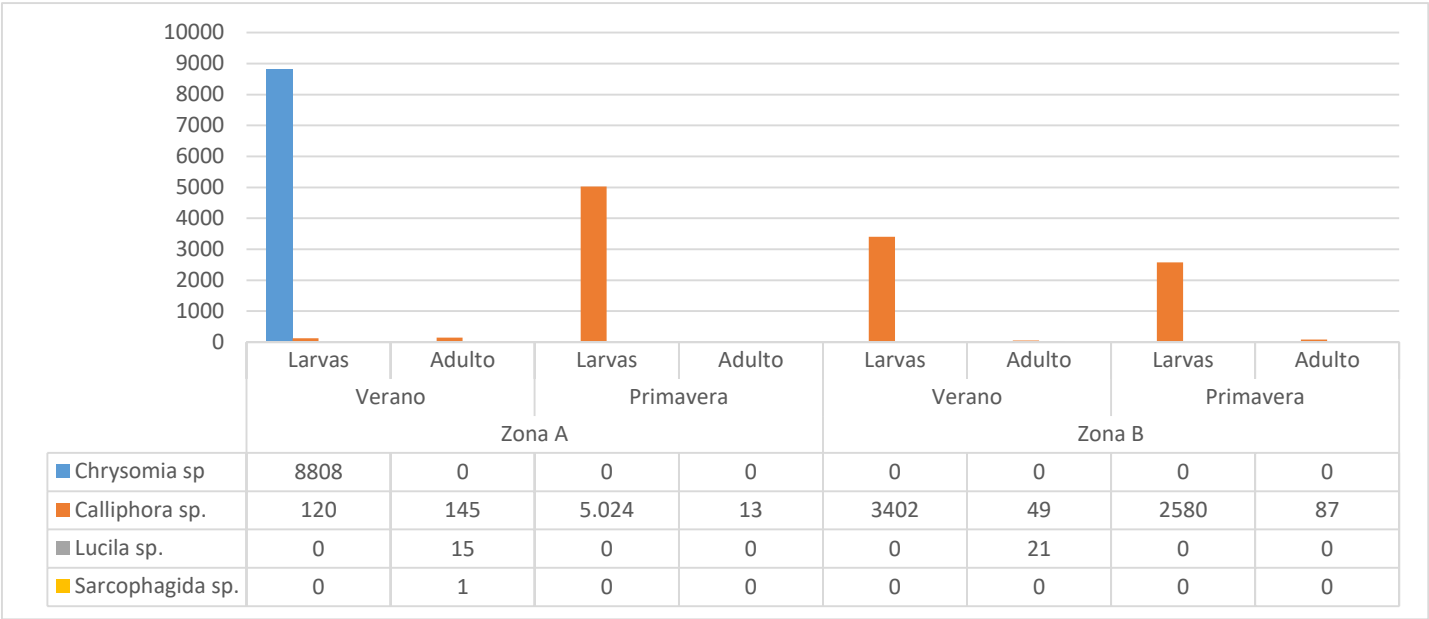


Figura 42. Abundancia de adultos y larvas de *Calliphoridae* en las dos estaciones astronómicas, en función del número de presas capturadas en cada zona.

El número de larvas varía sensiblemente en función de la zona, ya que en la zona A se ha encontrado un mayor número de larvas que en la zona B. Esto nos indica que en la zona A donde la exposición de los cadáveres al sol es menor, se encuentra un mayor número de larvas. Este suceso contradice la hipótesis inicial que planteaba un mayor número de Dípteros en la zona B dada una mayor temperatura y radiación. Por tanto, es obvio que el género *Calliphora* prefiere zonas más soleadas y que en cambio, el género *Chrysomia* prefiere zonas más umbrías.

A pesar que es necesario realizar más estudios sobre la variación de la abundancia de géneros en función del medio que les rodea, parece que en el caso de algunos géneros de Dípteros prefieren zonas más umbrías verso zonas más soleadas.

3.4.1.2 Familia *Sarcophagidae*

A pesar de ser una de las familias más importantes de la comunidad sarcosaprófaga la abundancia de esta especie suele ser más bien escasa. A pesar de esto, juegan un papel importante en la descomposición. Suelen llegar a los cadáveres junto con los *Calliphoridae* o incluso a posteriori de estos. Las larvas se aprovechas de la materia orgánica en descomposición donde previamente han sido depositadas por las hembras.

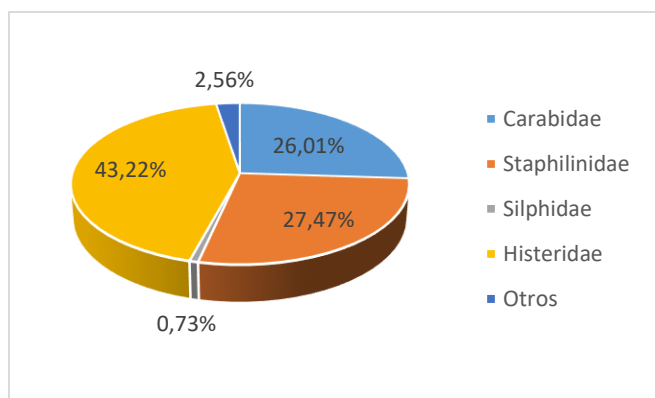
En nuestro trabajo, a pesar que solo se ha capturado un individuo adulto y que no se ha encontrado larvas de esta familia, durante el estudio se pudieron observar individuos relativamente frecuentes alrededor de los cadáveres. Por tanto, se sabe que han participado en la descomposición de los cadáveres por no se puede demostrar.

Uno de los inconvenientes para la captura de este tipo de familia han sido las trampas de emergencia que, no se sabe con exactitud el por qué pero no han sido capaces de capturar y reflejar la presencia de individuos en la descomposición cadavérica. Esto nos indica que es posible que otras especies como los múscidos también no se hayan podido capturar y que, únicamente se han capturado las familias con mayor abundancia.

Por tanto, en términos de biodiversidad de especies de Dípteros, las trampas no han sido eficaces.

3.4.2 ORDEN COLEOPTERA

Los Coleóptera son uno de los órdenes más abundantes y diversos de la tierra y presentan gran tipo de adaptaciones a todo tipo de hábitats. La alimentación de estos puede ser muy variada, desde ser necrófagos asociarse con cadáveres hasta depredadores de la fauna instalada en los cadáveres, siendo por tanto necrófilos (Gaminde, 2015).



En este estudio los Coleópteros fueron uno de los órdenes más abundantes según el número de capturas. Se recolectaron un total de 275 individuos, distribuidos en 4 familias.

Figura 43. Abundancia relativa de las familias de Coleópteros encontradas. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

De las familias observadas la que obtiene valores de abundancia relativa superiores son los Histeridae (43,22%), seguidos de los Staphilinidae y Carabidae con un 27,47% y 26,01% respectivamente. Todas las familias son citadas en trabajos anteriores (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004), (Kocarek, 2002), etc.

En función del tipo de trampas las capturas se han concentrado sobre todo en las trampas de gravedad interior, donde se capturaron más del 70% de los individuos. La trampa de gravedad exterior capturo sobre todo coleópteros de las familias Carabidae y Silphidae. En cambio, en las trampas de emergencia prácticamente solo se capturaron ejemplares de Carábidos.

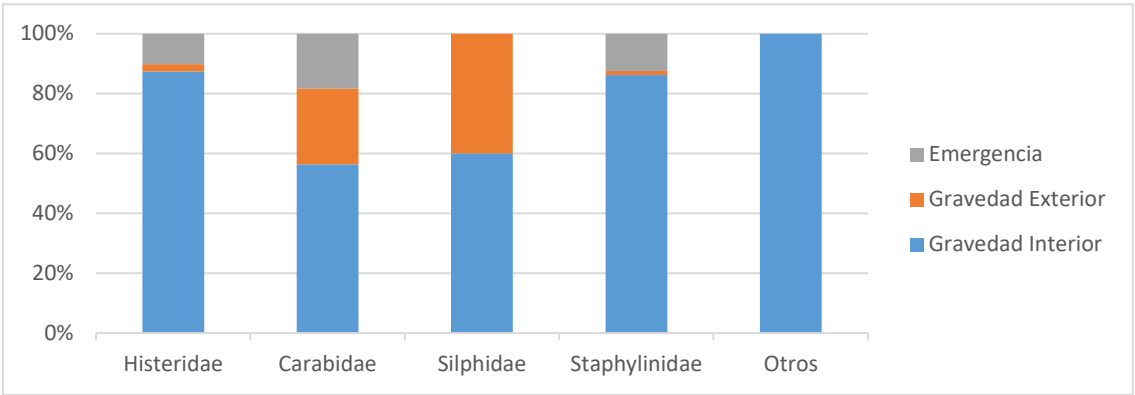


Figura 44. Representación porcentual de los órdenes identificados en función dl tipo de trampas.

Por el contrario, la distribución de las familias Coleóptera se representa en la figura 45.

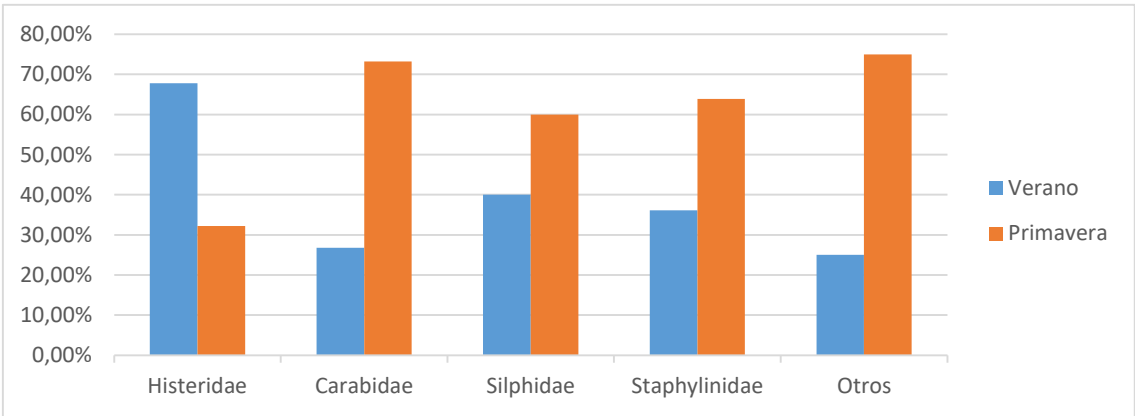


Figura 45. Representación porcentual de los órdenes identificados en función de las estaciones astronómicas.

Las familias que predominaron en primavera fueron los Carábidos y Staphylínidos y, durante los veranos, fueron las familias de Histéridos y Sílfidos. Se recogieron un mayor número de ejemplares en primavera, un total de 157 que en verano, donde se contabilizaron 133 ejemplares.

Si nos fijamos en las diferencias entre las familias de Coleópteros capturados en las diferentes zonas observamos cómo no hay diferencias cuantitativas entre las dos zonas. Pero la figura 43 nos representa el porcentaje de individuos cada familia en cada una de las zonas y en este caso sí que hay diferencias entre familias. En la zona B, hay una mayor presencia de Staphylínidos y Sílphidos que en la zona A. Por el contrario, en la zona A se encuentran más Histéridos y Carábidos.

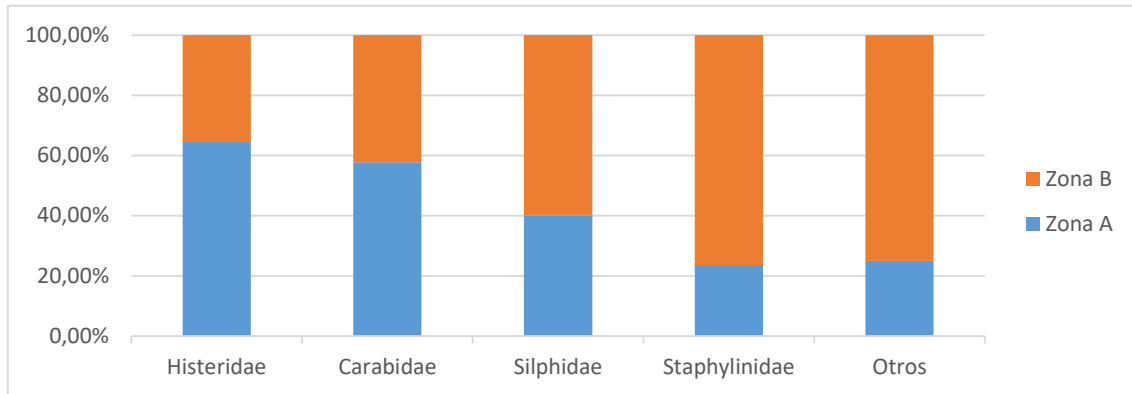


Figura 46. Representación porcentual de los órdenes identificados en función de la zona.

3.4.2.1 Familia Histeridae

Es una familia muy común en la descomposición animal pero también en la vegetal, en hongos y hasta en excrementos. Son una de las familias más activas y son predadores de otras especies, sobre todo de larvas de derméstidos pero también de las pupas y larvas de Dípteros (Carles-Tolrá, Díaz, & Saloña, 2012). A pesar de ser depredadores, también pueden comportarse como necrófilos y alimentarse del mismo cadáver (Gaminde, 2015).

En el estudio se han recogido un total de 118 ejemplares, todos adultos. Se han capturado en las dos épocas del año pero son más abundantes durante el período de verano.

Los individuos se presentaron de forma abundante en el período de descomposición activa y a medida que el cadáver se descompone, los individuos tienden a abandonar el cuerpo. A pesar de esto, en los resultados de primavera también se encuentran individuos en la descomposición tardía. Estos resultados nos indican que principalmente tienen un carácter necrófago pero además, que una vez desaparecen las larvas y pupas de Dípteros, los Histéridos también abandonan el cadáver. Resultados semejantes se obtuvieron en varias zonas de la Península Ibérica (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004), (Pérez-Marcos, 2016) y (Gaminde, 2015).

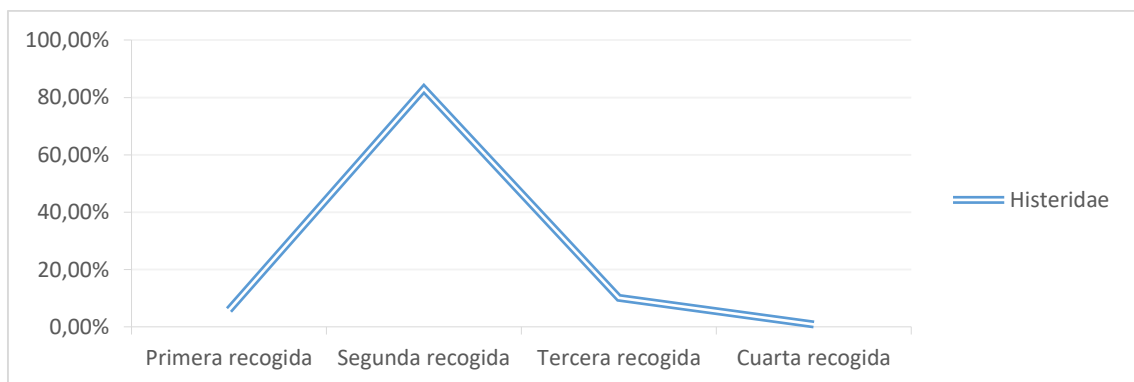


Figura 47. Representación porcentual y evolución de los Histéridos en el global del estudio.

3.4.2.2 Familia Silphidae

Los Sílphidos son capaces de enterrar pequeños cadáveres para a posteriori poder alimentarse de éste y utilizarlo de elemento nutritivo. Los adultos pueden llegar al cadáver a las horas de morir para alimentarse de los huevos y larvas de Dípteros (Gaminde, 2015).

En nuestro estudio resultó ser anecdótica su presencia puesto que solo se han capturado un individuo. Resulta llamativa la poca presencia de este Coleóptero ya que suele ser indicador de que el cadáver se descompone en un medio natural, como sucedió en el estudio de (Gaminde, 2015). En medios periurbanos o antropizados, la presencia de éste Coleóptero es prácticamente nula, tal y como ha sucedido en nuestro estudio y en estudios de cadáveres situados en zonas periurbanas, como en (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004).

Por tanto, la poca presencia o nula de esta familia puede indicar que el medio presenta una degradación del medio natural fuerte, ya sea por una antropización o por cambios drásticos en el medio natural.

3.4.2.3 Familia Carabidae

Esta familia se alimenta prácticamente en su totalidad de Dípteros, tanto de adultos como de larvas y pupas así como de otras especies que se encuentren en estados preimarginales.

En nuestro estudio se han contabilizado un total de 71 individuos, todos adultos. Se capturaron individuos en ambas estaciones del año pero se registró de forma más abundante en primavera,

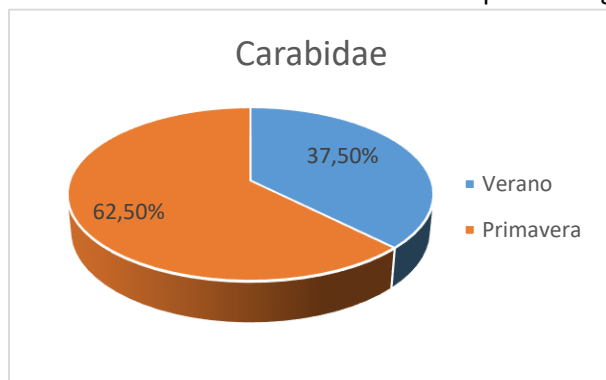


Figura 48. Abundancia relativa de los Carábidos en las dos estaciones astronómicas. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

tal y como sucede en la mayoría de trabajos realizados en la Península Ibérica.

En estos trabajos los individuos se presentan de forma más abundante en estados tardíos, sobre todo en la descomposición avanzada y en los restos secos. En cambio, en nuestro estudio se presentaron de forma abundante durante la descomposición activa (figura 45). Esto nos indica que también tuvieron un papel importante en la descomposición del cadáver, tanto como necrófilos o predadores de otras especies.

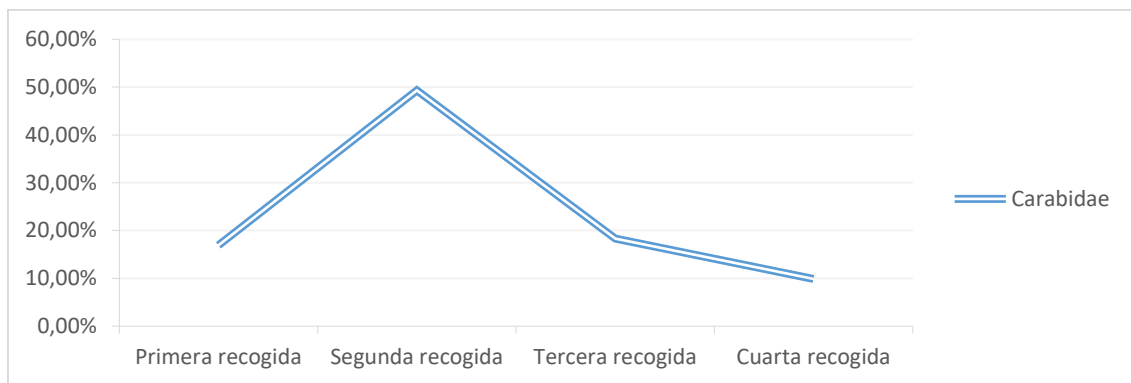


Figura 49. Representación porcentual y evolución de los Carábidos en el global del estudio.

3.4.2.4 Familia Staphylinidae

Los Staphylinidae son una de las familias de coleópteros más abundantes que se conocen constituyendo una de las familias más ricas en especies (Gaminde, 2015).

Tienen la capacidad de actuar como depredadores, alimentándose de especies que se alimentan de materia orgánica. A pesar de esto, se les considera dentro de muchas categorías ecológicas por sus hábitos alimenticios, ya que pueden ser necrófagos, necrófilos, omnívoros, oportunistas y accidentales (Smith, 1986).

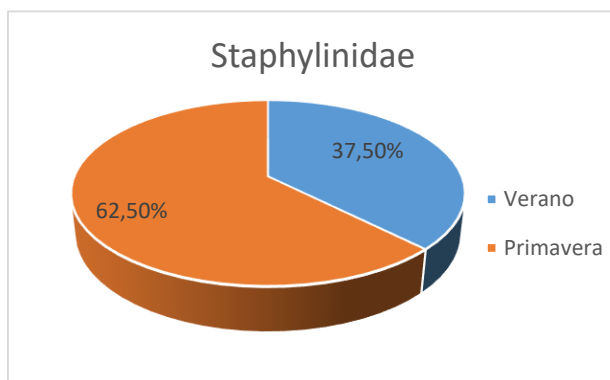


Figura 50. Abundancia relativa de los Staphylinidos en las dos estaciones astronómicas. Los otros órdenes encontrados representan menos del 1% en el global de ejemplares capturados. La categoría "otros" engloba los órdenes que no han obtenido una representación porcentual suficiente.

En el presente estudio fue una de los más representativos ya que se capturaron un total de 72 ejemplares. La mayoría de ejemplares fueron capturados en primavera.

Como sucede con la mayoría de Coleópteros depredadores esta familia también concentra su población de individuos en las fases de descomposición activa y avanzada, donde encuentran la mayor población de larvas y pupas de todas las especies que se alimentan del cadáver. Por tanto, la tendencia de la familia Staphylinidae en el global del estudio se muestra en la figura 50.

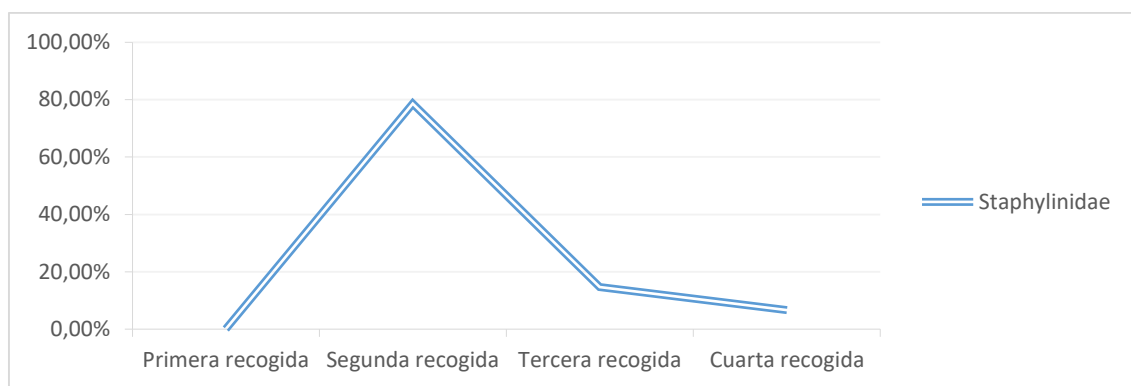


Figura 51. Representación porcentual y evolución de los Staphylinidos en el global del estudio.

3.4.3 ORDEN HYMENÓPTERA

Los Himenóptera agrupan un gran número de familias y especies, de todos los tamaños, colores y hábitos diferentes. En trabajos anteriores a este se han descrito familias que presentan caracteres considerados necrófilos u omnívoros (Gaminde, 2015).

En el presente estudio se han recogido en su totalidad individuos que corresponden a la familia Formicidae. Se han captura un total de 325 ejemplares adultos de hormigas en las diferentes

trampas y zonas. De estos 325 ejemplares, más del 50% han sido capturados en las trampas de gravedad interior, el 30% en las exteriores y casi el 20% en las de emergencia. Estos datos indican una participación directa, por parte de algunas de las familias de hormigas, en la descomposición de los cadáveres o en la depredación de pupas y larvas de Dípteros.

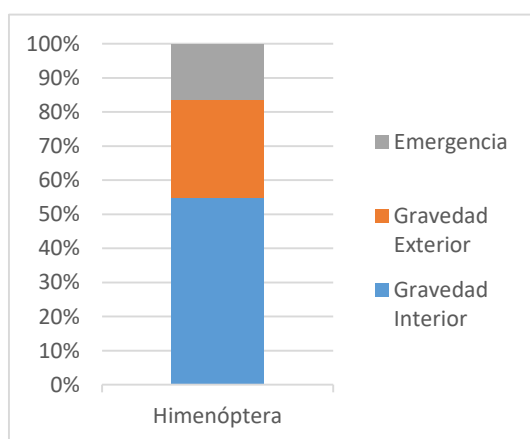
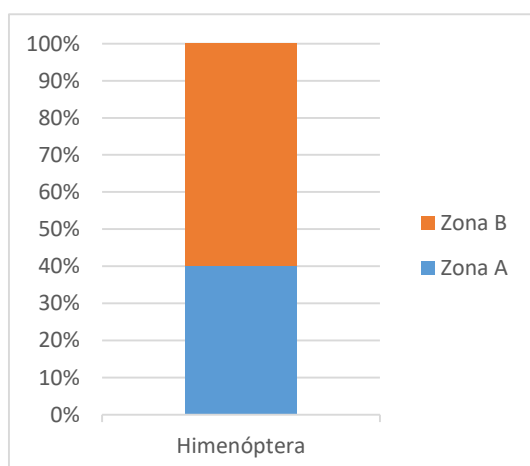


Figura 52. Representación porcentual de los Himenópteros identificados en función del tipo de trampa.



Las diferencias de capturas entre las dos estaciones del año también son importantes, ya que más del 60% de los individuos capturados se obtuvieron en primavera.

En cambio, no hubo variaciones significativas entre el número de capturas en la zona A que en la zona B y que, por tanto, no tienen un carácter termófilo tal y como se había descrito anteriormente para otras familias.

Figura 53. Representación porcentual de los Himenópteros identificados en función de la zona.

3.4.3.1 Familia Formicidae

En la comunidad Sarcosaprófaga son una de las familias más importantes y mejor representadas, incluso, en hábitats tropicales pueden llegar el grupo de invertebrados más abundantes en relación con un cadáver y formar parte en todas las etapas de descomposición (Gaminde, 2015).

Su alimentación varía desde la depredación de huevos y larvas de Dípteros, sobre todo en las fases más tempranas hasta ser necrófagos, formando parte de la descomposición directa del cadáver (Arnaldos, Romera, Presa, Luna, & García, 2004). Además, tienen la capacidad de alterar las fases de descomposición si llegan a alimentarse de forma abundante de los huevos y larvas de las especies presentes en el cadáver.

En la figura 54 se describe la abundancia de hormigas durante la descomposición de los cadáveres. Es en la descomposición tardía y en restos secos donde la presencia de esta familia es más abundante. Por tanto se confirma el papel de necrófagos por parte de las familias encontradas.

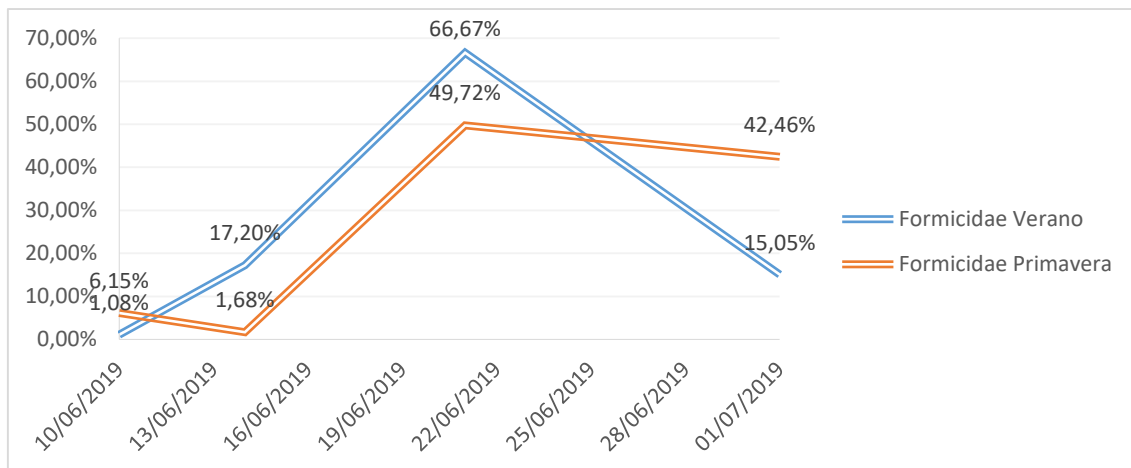


Figura 54. Representación porcentual y evolución de la familia formicidae en el estudio en las diferentes estaciones astronómicas.



Figura 55. Imagen de un conejo de la jaula 1 en primavera con hormigas actuando en la descomposición del cuerpo.

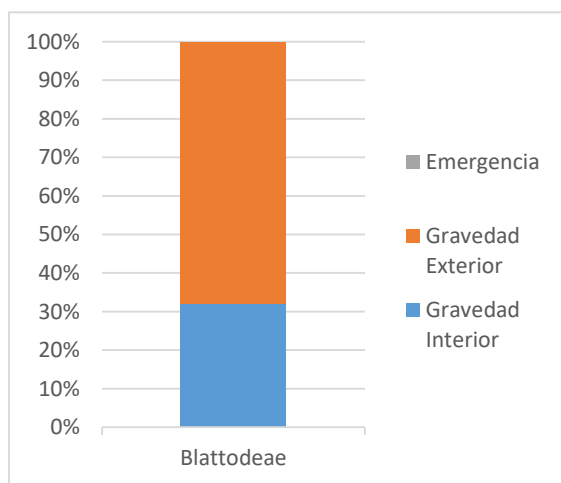
Además, las hormigas que se presentan en las primeras fases de la descomposición tuvieron un papel importante como necrófilas ya, llegaron a actuar directamente en la descomposición de los cadáveres, sobre todo en primavera, tal y como se muestra en la figura 55.

En definitiva, al no poder clasificar las especies no se ha diferenciado entre las especies que se presentan en las primeras fases de la descomposición y que tienen un carácter necrófago. Por el contrario, las especies que aparecen en las fases de descomposición tardía o restos secos presentan un carácter necrófago. Por tanto, se confirma la versatilidad alimentista de esta familia de insectos.

3.4.4 ORDEN BLATTODEA

Los Blátidos son el orden de insectos hemimetábolos conocidos también como cucarachas. Su alimentación es generalmente omnívoras y ayudan en la transformación de residuos sólidos orgánicos (Arango-Gutierrez & Agudelo-Betancur, 2001), por eso se les incluye en el presente trabajo. Además contribuyen a que los procesos de degradación de la materia orgánica sean efectivos, ya que estos pueden ser indicadores ecoclimáticos, de humedad y de cantidad de luz y de recursos alimenticios (Arango-Gutierrez & Agudelo-Betancur, 2001). A pesar que estudios recientes en la Península Ibérica no incluyen las cucarachas en sus trabajos, en el presente estudio se han encontrado numerosos individuos principalmente en los restos secos.

En total se han capturado 53 ejemplares de cucarachas en el total de las trampas. La mayoría se han concentrado en las trampas de gravedad exterior. En cambio, no se han observado diferencias entre las diferentes zonas.



En resumen, las cucarachas se presentan en las fases finales de descomposición (figura 53), sobre todo en restos secos, y ayudan a transformar los restos sólidos en compost. Por tanto, cumplen una función importante en el ciclo de descomposición de un cadáver y su presencia en el medio natural es muy positiva.

Figura 56. Representación porcentual de los Blátidos identificados en función del tipo de trampa.

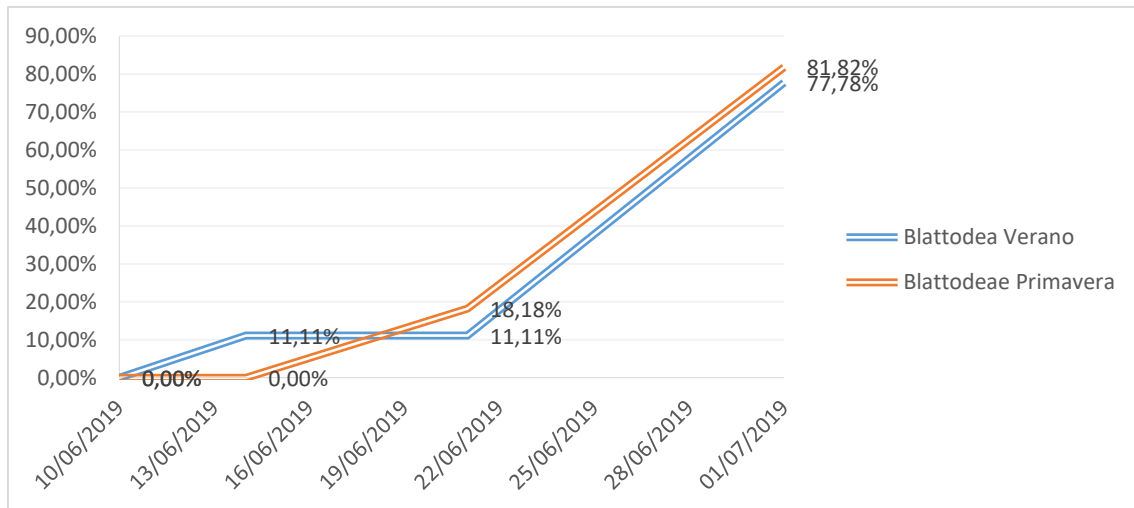


Figura 57. Representación porcentual y evolución de los Blátidos en el estudio en las diferentes estaciones astronómicas.

3.4.5 ORDEN ARANEAE

Es cierto que forman parte de otro subphylum, pero las arañas pueden tener un papel importante en el desarrollo correcto de las fases de descomposición. El orden Araneae es uno de los más abundantes dentro de la clase Arachnida, dentro de los Artrópodos. Las arañas son básicamente depredadoras. Tienen una alimentación muy variada desde aves y serpientes hasta insectos y es por eso que se han incluido como uno de los órdenes importantes en este trabajo.

Al ser depredadoras pueden influir en la abundancia de Dípteros, Coleópteros y otros órdenes e intervenir en la velocidad de descomposición de los cadáveres al disminuir las poblaciones de familias necrófilas o necrófagas. Sí que es cierto que en la mayoría de trabajos de la Península Ibérica no se les tiene en cuenta, ya que en medios urbanos y periurbanos no son muy abundantes. Por el contrario, se cree que en medios naturales, si hay un gran número de individuos, puedan estos influir en el desarrollo de la descomposición y alterar los tiempos de cada fase.

En el trabajo se han contabilizado un total de 43 individuos en las diferentes trampas y zonas. De los 43 individuos, todos se han capturado mediante trampas de gravedad y de forma más abundante en las trampas exteriores. Este dato nos indica que son una especie oportunista y que no participan directamente en la descomposición del cadáver.

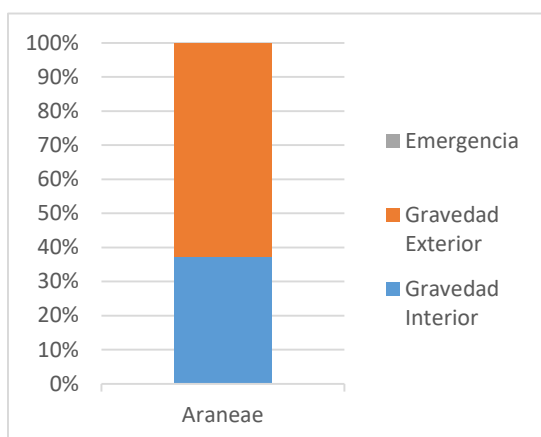


Figura 58. Representación porcentual de los Arácnidos identificados en función del tipo de trampa.

Además, se han presentado en todas las fases de la descomposición pero de forma más abundante en aquellas fases donde la cantidad de presas, tales como Dípteros y Coleópteros es más abundante.

Por tanto, en nuestro estudio las arañas no han tenido un papel diferencial ya que la presencia de este orden no ha sido abundante como para poder influir en los tiempos de las fases de descomposición.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico nos permite observar si las relaciones entre las diferentes variables empleadas durante el estudio pueden predecir o explicar la tendencia del número de capturas total o por órdenes. Por tanto, el coeficiente de determinación R^2 nos indica si se tratan de variables independientes o dependientes, indicándonos o no si las variables tienen un poder explicativo en el estudio y entre ellas.

Como el número de datos del estudio no es grande, es difícil además tener en cuenta la linealidad, homocedasticidad y normalidad, ya que la nube de puntos es muy pequeña. Por consecuencia, solo nos fijaremos en el coeficiente de determinación para comparar las diferentes variables. Además, el nivel de confianza para todas las gráficas de regresión lineal simple es del 95%.

También es necesario remarcar que no es el objetivo realizar un análisis estadístico, ya que es necesario obtener datos durante diferentes años continuados para contrastar y extraer conclusiones derivadas del análisis estadístico.

Primeramente, se muestra que porcentaje explican las variables ambientales en la duración de las fases de descomposición.

En términos generales, la temperatura mínima en primavera explica en un 75% la duración de los días de cada fase de descomposición y por tanto, es la variable ambiental más determinante y que condiciona la duración de cada fase. En cambio, la humedad relativa explica solo un 45% la variabilidad de los datos. Variables como la temperatura máxima o temperatura media no son nada determinantes. Además, están temperatura mínimas condicionan la aparición de especies termófilas, que pueden retardar la llegada al cadáver y por tanto modificar la duración de las fases de descomposición.

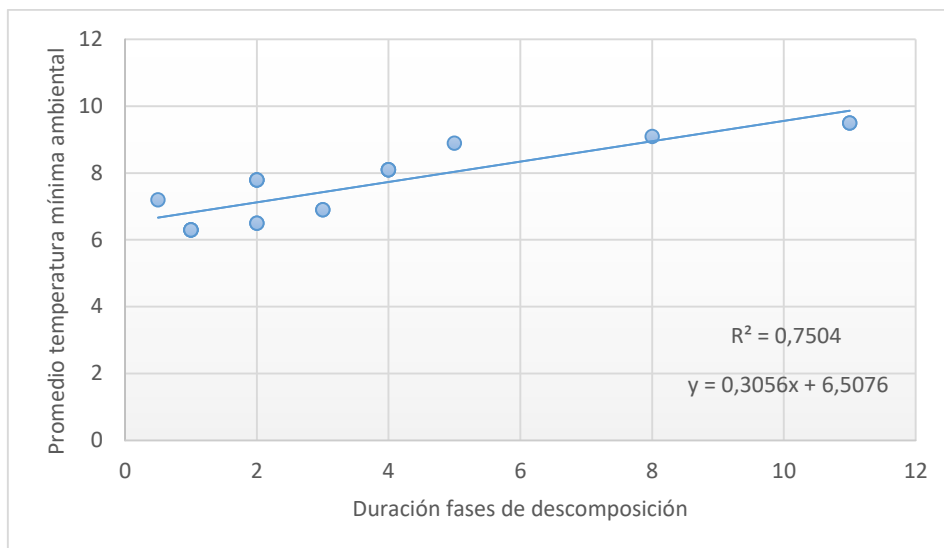


Figura 59. Duración de las fases de descomposición comparados con el promedio de temperatura mínima ambiental.

En cambio en verano, la variable climática que más influye en la duración de las fases de descomposición es la humedad relativa, explicando un 43% la variabilidad de los datos.

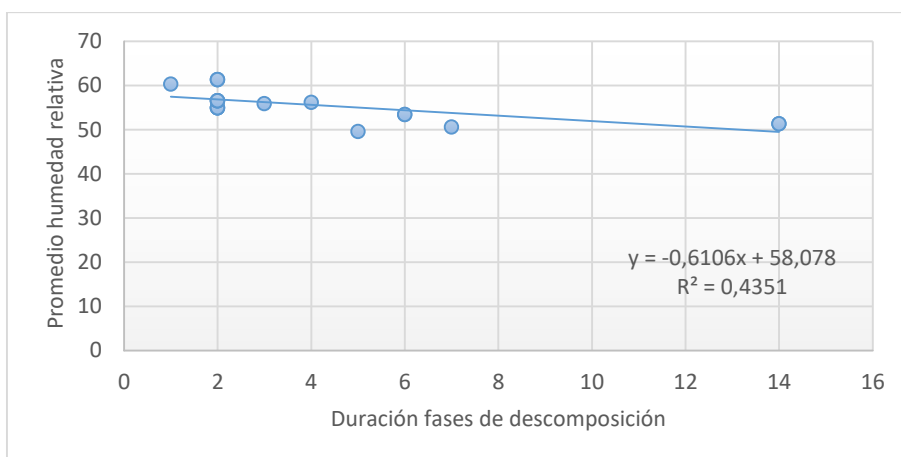


Figura 60. Duración de las fases de descomposición comparados con el promedio de humedad relativa.

Por tanto, las condiciones ambientales determinan los ritmos de la sucesión faunística. Por el contrario, las condiciones climáticas no son claves para determinar la abundancia. Además, hay factores como los biológicos que no se han controlado, tales como la depredación entre especies en los cadáveres, que pueden influir en la composición y en la dinámica de las poblaciones.

A continuación, se relaciona el número de capturas de cada orden para las diferentes variables empleadas durante el estudio, siendo estas las estaciones del año (Primavera-Verano), el tipo de trampas (Gravedad interior-exterior) y las dos zonas de densidades de árboles (Zona A-B).

La relación entre las trampas de gravedad según el número de capturas es inexistente, así como la relación entre las dos estaciones del año, a pesar que mejor la relación (1% y 23% respectivamente, anejo V). Pasa todo lo contrario en cuanto relacionamos las diferentes zonas de densidades de árboles por hectárea. La relación entre las dos variables es prácticamente del 94%, indicándonos que son variables dependientes una con la otra.

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*

Es interesante que haya una relación directa entre las diferentes zonas ya que indica que a pesar que las condiciones ambientales sean diferentes, sobre todo respecto a la radiación directa sobre el cadáver, el factor ambiental no ha sido determinante en el estudio.

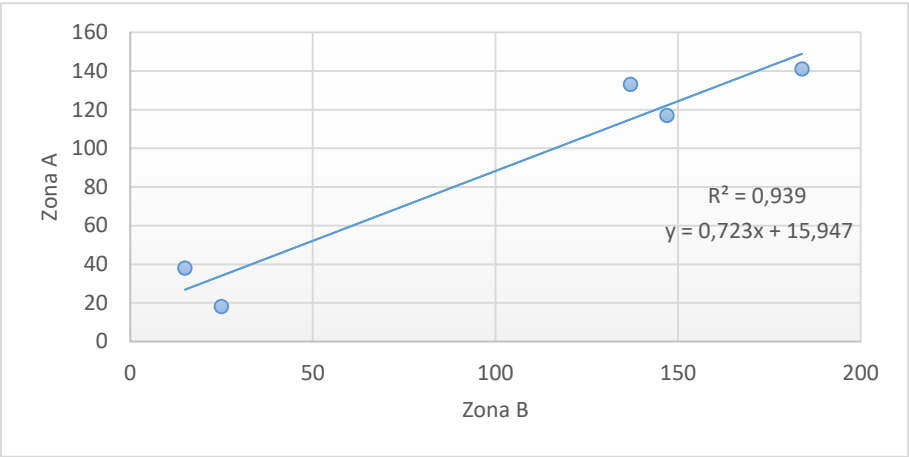


Figura 61. Relación del número de capturas totales por órdenes entre verano y primavera.

Para comprobar si las muestras que he observado en el estudio sean al azar o no se comprueba el *p-value*. En este caso se quiere determinar en relación a la figura 59. Por tanto, como este ha resultado superior al 0,05, nos indica que las probabilidades que las diferencias entre las zonas sean al azar son altas, por tanto, las pruebas no son significativas.

Análisis estadístico								
Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coeficiente de correlación múltiple	0,969003739							
Coeficiente de determinación R^2	0,938968246							
R^2 ajustado	0,918624328							
Error típico	21,8516857							
Observaciones	5							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	22038,7115	22038,7115	46,15474003	0,00652031			
Residuos	3	1432,488504	477,496168					
Total	4	23471,2						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-14,51079203	19,68749409	-0,73705632	0,514498793	-77,16518486	48,14360081	-77,16518486	48,14360081
Variable X 1	1,298778434	0,191173158	6,79372799	0,00652031	0,690380124	1,907176744	0,690380124	1,907176744

Ilustración 62. Resumen del análisis estadístico echo para la comparación entre zonas para la fauna sarcosaprófaga capturada durante el estudio.

3.5.1 Coleópteros

De la misma manera que se ha realizado el análisis estadístico para la fauna sarcosaprófaga obtenido en el global del estudio, también se ha realizado solo para el orden de Coleópteros. Tal y como pasaba para la totalidad de las capturas, también pasa en las capturas de las familias de los Coleópteros, de modo que no se obtiene ninguna relación directa en las familias de coleópteros con las diferentes variables, tal y como muestran los coeficientes de determinación de las rectas de regresión simples (anexo V).

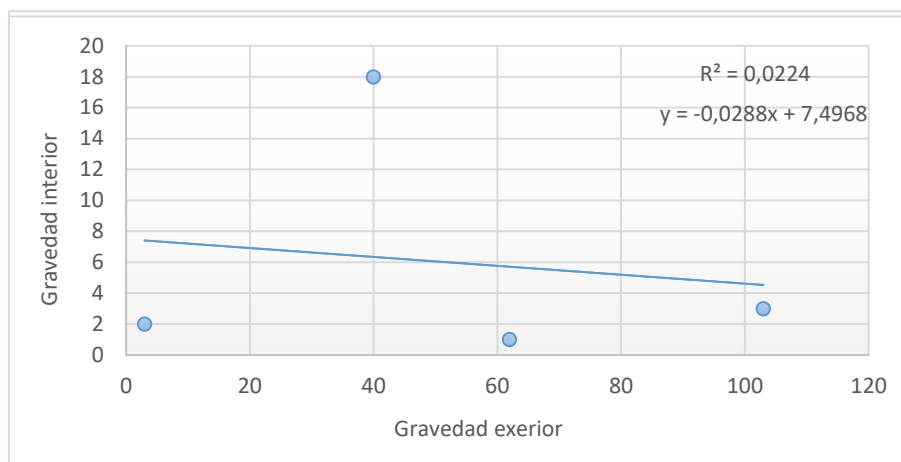


Ilustración 63. Relación del número de capturas totales de familias de Coleópteros entre las trampas de gravedad interior y exterior.

3.5.2 Dípteros

Además de observar las relaciones entre las variables empleadas durante el estudio, también se busca la relación entre los diferentes tipos de órdenes que interactúan en la descomposición del cadáver. En el caso de los Dípteros y sobre todo de las larvas, son importantes ya que, tal y como se ha comentado en apartados anteriores, son utilizados como presas y alimento para otro tipo de individuos que son presentes en el cadáver. Por tanto, es necesario saber si hay una relación directa entre el número de familias depredadores de larvas de Dípteros y estas mismas. Así, los órdenes que se han analizado son los de Coleópteros, Arácnidos e Himenópteros.

Los Coleópteros son los que han obtenido un mayor coeficiente de determinación, explicando en un 41% la presencia de Coleópteros en el cadáver por la presencia de larvas de Dípteros. Por el contrario, los Himenópteros y Arácnidos han obtenido una relación del 0% y 10% respectivamente.

Por tanto, estos resultados indican que la presencia de larvas en los cadáveres no va ligada con la presencia de Himenópteros y Arácnidos (anexo V), dando a entender que la presencia de estas especies se rige por la presencia de los cadáveres en el campo y que, por consecuencia, han interferido directamente en la descomposición de éstos.

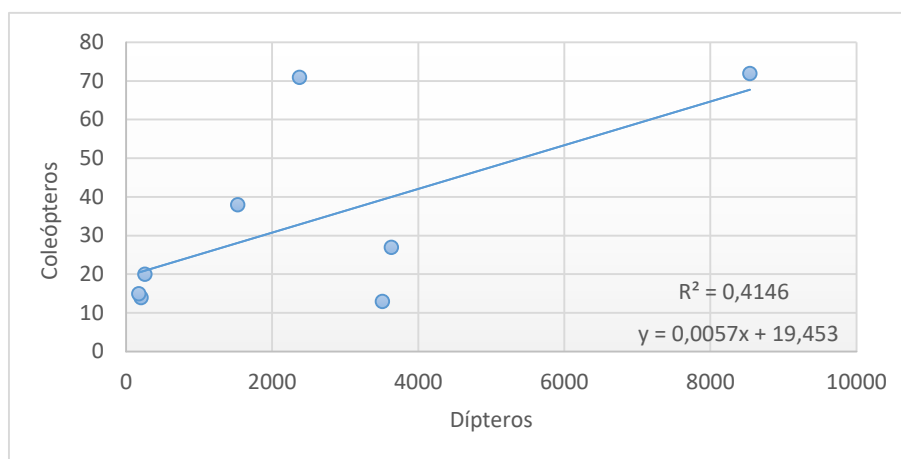


Ilustración 64. Relación entre la abundancia total de Coleópteros y Dípteros.

En el caso de los Coleópteros, no es tan drástico ya que hay una relación del 41% y que por tanto, no se pueden descartar hipótesis. A pesar de ello, es probable que algunas familias ligen su presencia en el cadáver a la presencia de Dípteros. Otras familias, relacionan su presencia por la presencia de los cadáveres, de los cuales se alimentan directamente y se involucran en la descomposición directa de los cadáveres.

3.6 RESUMEN DE RESULTADOS

- El presente estudio ha identificado fauna sarcosaprófaga asociada a cadáveres de conejos en la provincia de Huesca, y concretamente en un bosque de pino carrasco (HU-3127), que limita con la provincia de Lleida, a una altitud de 320 sobre el nivel del mar.
- Los resultados del trabajo son los primeros datos en relación con la comunidad entomosarcosaprófaga en la comunidad de Huesca y Lleida, en la década actual, en un medio natural.
- Las variables ambientales mostraron una evolución poco lógica dentro de las estaciones de primavera y verano, alternando períodos muy por encima de la media climática para la zona geográfica con períodos por debajo la media climática. Las temperaturas en primavera oscilaron entre los 15 °C y los 31 °C, siendo la temperatura media inferior a la media. En verano las temperaturas oscilaron entre los 19 °C y los 39 °C, obteniendo una temperatura media superior a los 25 °C, siendo una temperatura superior a la media climática.
- Se han apreciado un total de cinco fases de descomposición cadavérica: fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos.
- La duración de las fases de descomposición mostraron una variabilidad y evolución diferentes entre los períodos estacionales y entre las diferentes jaulas. La duración del estado fresco varía entre unas pocas horas a 2 días. El estado hinchado, ha tenido una duración de 2 a 3 días. La descomposición activa ha durado 2 días en todas las jaulas menos en la jaula 3 en verano, donde fue inferior a las 12 horas. En la descomposición avanzada la duración varía de los 3 a los 6 días. Los restos secos duran desde 14 a 11

días. En comparación con otros estudios, la duración de los estados de descomposición es menor, probablemente debido al tamaño pequeño de los cebos.

- Se han recolectado un total de 20.896 ejemplares de individuos, tanto en estado adulto (1.010 individuos) como en estadio larvario (19.864 individuos). Forman parte de un total de 17 taxones del filo Arthropoda; 2 subphylum, 1 superclase, 2 clases, 1 subclase, 1 superorden, 5 órdenes, 1 suborden, 1 superfamilia, 7 familias, 2 subfamilias y 4 géneros.
- Se utilizaron diferentes trampas de captura; trampas de gravedad, trampas de emergencia y muestras de suelo. Las trampas de gravedad fueron las más efectivas, siendo las trampas de gravedad interior las que presentan un mayor número de capturas.
- El 61,10% del total de individuos capturados fueron en el período estival, mientras que el 38,90% en el período de primavera. En primavera las capturas más abundantes fueron de Himenópteros (38,17%) y Coleópteros (27,86%), mientras que en verano fueron los Dípteros (42,91%) y los Coleópteros (25,39%), teniendo en cuenta solo los adultos.
- Respecto las dos zonas diferentes de densidades de árboles por hectárea, en verano gran parte de las capturas se concentraron en la zona A, siendo los Himenópteros (73%), Dípteros (64%) y Coleópteros (62%) los más capturados en esta zona, mientras que en primavera se repartieron equitativamente en las dos zonas, donde los Blátidos (91%) fueron capturados prácticamente en la zona B.
- El orden Díptera fue el más representativo de todo el estudio. Teniendo en cuenta las larvas y adultos capturados, han representado prácticamente el 95% del total de capturas. En cambio, si solo se tiene en cuenta los individuos adultos, los Himenópteros (38,17%) y los Coleópteros (27,86%), han sido los órdenes más capturados. Esta variación sucede por el tipo de trampas empleadas en el estudio, ya que favorecen la captura de familias marchadoras o de tierra, en reprimenda a las voladoras, como los Dípteros.
- Las diferentes trampas han permitido obtener la evolución de los diferentes órdenes durante la descomposición de los cadáveres, dando a conocer en que fases de la descomposición actúan los órdenes. La sucesión de la fauna sarcosaprófaga se parece a otros estudios realizados en la Península Ibérica. Los Dípteros actúan sobre todo en la primeras fases de descomposición, donde la transformación de los cadáveres es más rápida. Los Coleópteros se presentan también en las fases de descomposición, coincidiendo con los Dípteros. En cambio los Himenópteros se concentran en las fases tardías, donde la descomposición es mucho más lenta. Además, es remarcable la aparición de Blátidos en los restos secos, ya que, en ningún estudio aparecen de forma tan abundante y específica en la sucesión de la fauna cadavérica.
- La relación de la sucesión de la fauna sarcosaprófaga viene determinada principalmente por la propia evolución de la descomposición de los cadáveres a lo largo del tiempo. No obstante, las variables ambientales juegan un papel importante en la descomposición del cadáver así como en la sucesión biológica de la fauna cadavérica.

- El orden Díptera ha sido el más capturado en el global del estudio, si se tiene en cuenta los estados de larva y adultos. Por tanto, se confirma la dominancia e importancia en la descomposición de cadáveres, tal y como sucede en la mayoría de estudios relacionados con fauna sarcosaprófaga. Le siguen los órdenes Coleóptera e Himenóptera.
- Coincidiendo con otros estudios de la Península Ibérica, la familia de Dípteros más abundantes es la Calliphoridae, siendo el 96,63% del total de individuos del orden Díptera. La subfamilia más abundante fue la Calliphora (56,04%), seguida de Chrysomia (43,91%). Además, se ha demostrado que hay un cambio generacional entre las estaciones de primavera y verano, siendo Calliphora la más abundante en primavera y Chrysomia la más abundante en verano. Estos cambios son relevantes si se tiene en cuenta las actuales predicciones de cambio climático.
- En el orden Coleóptera, la familia más abundante corresponde a los Histeridae (43,22%), seguidamente de los Staphilinidae (27,47%) y los Carabidae (26,01%). En primavera se capturaron más familias de Carabidae y Staphylinidae, mientras que en verano fueron los Histeridae y la mayoría de Silphidae. Además los Staphylinidae se han capturado prácticamente en su totalidad en la Zona B (76%), mientras que las otras familias se han capturado casi equitativamente en las dos zonas.
- El orden Blattodea se ha presentado por sorpresa en los últimos estados de descomposición, ya que en otros estudios sobre entofauna cadavérica no se mencionan ni aparecen individuos alrededor de los cadáveres. Por tanto, se establece en el presente estudio una posible relación entre Blátidos y la descomposición final de los cadáveres. A priori, estos individuos se aprovechan de los restos secos para alimentarse y pueden ser fundamentales para la descomposición de los restos secos en ambientes Mediterráneos.
- Los Himenóptera han estado representados básicamente por la familia Formicidae. La presencia de hormigas durante el estudio ha sido constante pero sobre todo en las fases intermedias y finales de la descomposición. El estudio confirma el papel de necrófilas ya que llegaron a actuar directamente en la descomposición de los cadáveres, sobre todo en primavera. En cambio, las que aparecen en la descomposición más tardía tienen carácter necrófago. Por tanto, se confirma la versatilidad alimentista de esta familia de insectos.
- La estrategia necrófaga se asocia sobre todo a las familias que se presentan en los estados de hinchazón y descomposición activa, siendo los Dípteros los protagonistas. Mientras que los necrófilos, omnívoros y accidentales se centran durante las dos fases de descomposición activa y avanzada, representados por parte de los Coleópteros y hormigas. Los oportunistas aparecen durante el final de la descomposición, representados por las arañas y los Blátidos.
- La temperatura mínima en primavera representa el factor ambiental más determinante para la duración de las fases de descomposición de los cadáveres y en verano la humedad relativa. Todo esto, sin tener en cuenta las relaciones interespecíficas y

intraespecíficas de las familias que se reúnen en el cuerpo que, muy probablemente tienen la capacidad de alterar también la duración de las fases de la descomposición.

- Se ha corroborado que la presencia o no de Coleópteros solo se explica con un 41% a través de la presencia de larvas de Dípteros en los cadáveres. Por tanto, hay familias de Coleópteros que tienen un comportamiento necrófilo y otras que tienen un comportamiento necrófago. Ambas, influyen en la sucesión de insectos en los cadáveres.
- Hay una relación entre las dos zonas de densidades de árboles por hectárea según el análisis estadístico a pesar que no es significativa. A pesar de esto, esta relación puede darse ya que la distancia entre las dos zonas donde se colocaron las jaulas probablemente no fue suficiente como para distinguir diferencias entre ellas.

4. PROPUESTA DE GESTIÓN

Para extraer conclusiones definitivas tales como para realizar una propuesta de gestión es necesario obtener más datos, ya que basándonos solo en los meses más calurosos de un solo año, es erróneo proponer medidas correctoras o de gestión. Por ello, se propone la creación de una red de puntos de control a nivel regional, más amplio que el presente estudio, con el objetivo de obtener datos de forma continua en el tiempo, en medios naturales distintos y durante un período de tres años ininterrumpidamente y además, ver cómo puede afectar las variaciones de poblaciones de insectos al día a día de las personas.

Esto permitirá controlar la evolución de las poblaciones de insectos y sus fluctuaciones con el tiempo y el clima, observar diferencias entre medios naturales distintos, sobre todo en las principales masas arbóreas de la Comunidad Autónoma de Cataluña y ver si características como la fragmentación o continuidad de los bosques influyen en las comunidades sarcosaprófagas.

Además, permitirá controlar la fauna sarcosaprófaga en regiones donde las aves carroñeras tienen una presencia activa y abundante y como esto influye en las comunidades de insectos descomponedores.

La duración de tres años de la toma de datos permitirá modelar futuras fluctuaciones de las poblaciones de insectos descomponedores a consecuencia de los cambios que se pueden producir con las actuales predicciones de cambio climático.

Por el contrario, el presente estudio sirve para conseguir una primera toma de datos de la biodiversidad de la fauna sarcosaprófaga en un medio natural, así como la secuencia de los insectos en el cadáver y las relaciones con las diferentes variables, tanto ambientales, climáticas como biológicas. Además permite observar que cadencias se observan en el protocolo de actuación para la continuación, crear un protocolo más riguroso y estándar para la red de puntos de medición.

4.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ENCLAVES

Para la selección de los puntos donde se pretende realizar el proyecto a nivel regional se han utilizados diferentes criterios; económicos, logísticos y naturales.

Finalmente, el número de puntos que se distribuirán por Cataluña para la toma de datos son 5 (Anejo I). Con estos 5 puntos se considera suficiente abarcar diferentes tipos de hábitats de

interés para el proyecto y permite que, el número de personal contratado no sea superior a cinco personas.

Además, se han empleado criterios tales como:

- Temperatura media anual.
- Incluir diferentes franjas altitudinales.
- Representar los hábitats más representativos en Cataluña con formaciones boscosas comunes en la comunidad autónoma: *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata* y *Quercus Ilex* entre otros.
- Que la mayoría de enclaves se enmarquen dentro de algún espacio natural protegido.
- Que en algún punto haya una presencia diaria de aves carroñeras.
- Acceso motorizado cercano al enclave pero sin interferir en él.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENCLAVES

Tabla 9. Características de los cinco enclaves para el proyecto.

	Localización	Coordenadas	Formación boscosa	Especies secundarias	Temperatura media anual	Clima	Altitud	Espacio protegido
Enclave 1	Castillonroy (Huesca) Bosque de Canchinches	X297893-Y4637278	Masa monoespecífica de <i>Pinus halepensis</i> sin sotobosque leñoso	<i>Brachypodium phoenicoides</i> <i>Rhamnus licioides</i> <i>Pistacia terebinthus</i> <i>Quercus coccifera</i>	14-15 °C	Mediterráneo continental seco	300-400 msnm	No
Enclave 2	Llavorsí (Cataluña) Bosc d'Arnui	X350450-Y4706330	Masa mixta de <i>Pinus sylvestris</i> y <i>Pinus uncinata</i>	<i>Calluna vulgaris</i> <i>Pyrola spp.</i> <i>Vaccinium myrtillus</i>	8-9 °C	Mediterráneo Pirenaico Occidental	1.600-1.700 msnm	Sí
Enclave 3	Solsona (Cataluña) Carena dels Pujols	X381469-Y4655188	Masa monoespecífica de <i>Pinus nigra subsp. Salmannii</i> del prepirineo	<i>Quercus faginea</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Quercus rotundifolia</i> <i>Quercus coccifera</i>	11-12 °C	Mediterráneo continental sub-húmedo	600-700 msnm	No
Enclave 4	Girona (Cataluña) Les gavarres	X493810-Y4643384	Encinar de tierra baja <i>Quercus ilex</i>	<i>Brachypodium retusum</i> <i>Quercus suber</i> <i>Erica arborea</i> <i>Cistus salviifolius</i>	15-16 °C	Mediterráneo litoral norte	200-300 msnm	Sí
Enclave 5	Mont-ral (Cataluña) Serrat de l'avenc	X340271,Y4572817	Masa de <i>Pinus halepensis</i> con sotobosque leñoso	<i>Quercus ilex</i> <i>Arbutus unedo</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Pistacia lentiscus</i>	14-15 °C	Mediterráneo prelitoral sud	700-800 msnm	No

4.3 MATERIAL

Para llevar a cabo el proyecto en los diferentes enclaves descritos en el apartado anterior, se utilizarán trampas de Schoenly (Schoenly, 1991), con dimensiones de 60 cm de alto x 70 cm de ancho x 70 cm de largo.

Esta trampa permite capturar toda la fauna insectívora que acude al cadáver que se sitúa en el interior y actúa como cebo. La recolección de los individuos no depende del recolector y además es continua. También, la utilización de esta trampa para todos los enclaves permitirá comparar los datos entre ellos y con otros trabajos realizados con la trampa de Schoenly.

La trampa de Schoenly nos permitirá tener una efectividad cercana al 100%, tal y como ha sucedido en la mayoría de estudios que han utilizado este tipo de trampa. Este es el gran cambio, ya que en el presente estudio y mediante la utilización de jaulas, la efectividad en la captura de individuos fue inferior a lo esperado.

La trampa constará de 16 orificios de entrada en total. Ocho de ellos se situarán en las esquinas de la trampa, y a diferentes alturas, una cercana al suelo y la otra elevada para capturar diferentes tipos de fauna artropodiana. Estas ocho trampas conducirán los insectos directamente a una solución de agua y alcohol al 50%. Las ocho entradas restantes, permitirán el acceso directo de los insectos al cadáver. Los insectos no recolectados y los emergentes, una vez quieran salir de la trampa, dispondrán de 9 orificios de salida, 8 de ellos en los laterales a diferentes alturas y una en la parte superior de la trampa. Al final de los orificios de salida se colocarán recipientes con una solución de agua y alcohol al 50%.

La solución de alcohol al 50% evitará la descomposición de los cadáveres en los botes recolectores.



Figura 65. Imagen de una jaula de Schoenly en un estudio en la comunidad de Murcia. Fuente: (Pérez-Marcos, 2016).

Además, se colocarán en el interior de la jaula dos trampas de gravedad para capturar fauna marchadora cercana al cadáver.

Para completar la instalación, alrededor de la jaula se colocarán vallas metálicas con el fin de impedir que carroñeros vertebrados intenten entrar dentro la jaula de Schoenly. Por último, se colocará una cámara de fototrampeo para avistar que tipo de animales se acercan al cadáver y grabar posibles daños a la estructura.

Para la construcción de la jaula se utilizarán materiales de madera para la estructura principal y las paredes. En la parte superior se colocará una malla metálica que no permita ni entrar ni salir fauna, con una luz inferior a los 3 mm. Los tubos por donde circularan los insectos al entrar en

la jaula serán de plástico. Las trampas de caída serán botes de cristal dentro de un tubo de pvc enterrado en el suelo.

El procedimiento y planos para la construcción de la estructura de la jaula se pueden encontrar en el artículo realizado por Catarina Prado (Prado e Castro, Chichorro, Serrano, & García, 2009).

Se colocará un termómetro digital cercano a la jaula que permita registrar la temperatura mínima diaria, la temperatura máxima diaria y la humedad relativa. Además, también se colocará un termómetro digital en el interior de la jaula para comprobar los mismos parámetros que en el exterior y obtener temperaturas y humedades en la interfaz.

El tipo de cebo que se empleará para realizar el proyecto será una especie porcina, puesto que la gran inmensidad de trabajos en este campo se utilizan este tipo de animales y por tanto, se podrán comparar resultados con otros estudios de Regiones diferentes.

4.4 PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

El protocolo de actuación es más sencillo que el protocolo utilizado para realizar el actual estudio, ya que utilizando las trampas de Schoenly se eliminarán carencias observadas durante el estudio actual. Además, permitirá reducir costes de transporte y movilidad.

Por tanto, una vez colocada la jaula y los cadáveres dentro (Día 0) se comenzará la toma de datos desde el día siguiente a la colocación de los cadáveres.

El horario de sacrificio de los cerdos será por la mañana para, una vez muertos colocarlos en la jaula lo más rápido posible. Los horarios de toma de datos en otoño e invierno serán de 11h a 14 h y en primavera y verano de 17h a 19h.

Las fechas de colocación de los cadáveres en bosque para cada año serán:

- Invierno: 07 de enero
- Primavera: 07 de abril
- Verano: 07 de julio
- Otoño: 07 de octubre

La jornada de trabajo se basará en una visita diaria, ajustados a los horarios para cada zona, a pesar que se permitirán variaciones por condiciones meteorológicas adversas. El protocolo consistirá en:

1. Una vez llegado al enclave realizar una inspección visual del estado de la jaula y observar posibles daños causados por animales o por condiciones meteorológicas adversas.
2. Anotación de la temperatura mínima, temperatura actual y temperatura máxima del día de ayer en el exterior e interior de la jaula de Schoenly.
3. Fotografiar la evolución de los cadáveres para obtener un registro fotográfico del proceso de descomposición.
4. Recoger diariamente los tubos con la solución de alcohol y reemplazarlos por otros. Recoger las trampas de caída del interior de la jaula. Importantísimo etiquetar correctamente los botes para evitar errores en los datos. La etiqueta consistirá en el día, número de trampa de salida (ejemplo: S1), número de entrada (ejemplo: E1) y número de trampa de caída (ejemplo: C1).

5. Una vez retirados los botes de las trampas, colocar en laboratorio los insectos capturados en una solución con alcohol al 70% para su conservación y posterior identificación.

5. PRESUPUESTOS

5.1 PRESUPUESTO UTILIZADO PARA EL TRABAJO

La tabla que se presenta a continuación muestra el precio por unidad del material requerido para la realización del presente estudio. Además, hay materiales utilizados que no se presentan en la tabla ya que una parte del material ha sido prestado por el Departamento de Producción Forestal y Ciencia Vegetal.

Tabla 10. Materiales utilizados para el estudio con el precio, unidades y número de cada material. Fuente: ferretería albertosolé.

MATERIAL	PRECIO (€)	MEDIDA	NÚMERO	PRECIO FINAL (€)
Malla metálica galvanizada 1mm, tamaño 6 x 6 mm	1,99	Metro	5	9,95
Malla metálica galvanizada 2 mm, tamaño 12 x 12 mm	1,37	Metro	6	8,22
Pintura acrílica negra para superficies plásticas	12,95	Unidad	1	12,95
Pala con cabezal estrecho	8,99	Unidad	1	8,99
Cinta adhesiva negra (3 metros)	3,45	Unidad	1	3,45
Conejos de granja	5	Unidad	16	80
Grapas para mallas 18 mm	3,99	Unidad	1	3,99
TOTAL				127,25€

A todo esto hay que añadirle los gastos de transporte, realizados mediante vehículo privado. La estimación del gasto final tiene en cuenta los kilómetros realizados en los desplazamientos, el número de desplazamientos, el consumo medio de gasolina del vehículo y el precio medio de la gasolina durante el estudio.

Tabla 11. Tabla resumen de costes por el transporte. Fuente precio gasolina: Esclat supermercados.

RECORRIDO	QUILÓMETROS	NÚMERO DESPLAZAMIENTOS	PRECIO FINAL (€)
Lleida-Canchinches-Lleida	60	27	174,96
Lleida-Maials-Lleida	80	2	17,28
TOTAL			192,24€

Por tanto, los gastos totales para la realización del estudio ascienden aproximadamente a un total de **319,49 €**, sin tener en cuenta el coste del material prestado por parte del Departamento de Producción Forestal y Ciencia Vegetal y el tiempo invertido para la realización del trabajo.

5.2 PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO

El presupuesto se basa sobre todo en los materiales de construcción y complementos para las jaulas de Schoenly.

Tabla 12. Tabla de precios de los materiales para la construcción de las jaulas de Schoenly. Fuente: leroymerlin, comerciallabor, tutuerca.

MATERIAL	PRECIO (€)	MEDIDA	NÚMERO	PRECIO FINAL (€)
Tablón de madera contrachapada 60x70x70	7,79	Unidad	30	233,70
Malla metálica galvanizada 1mm, tamaño 6 x 6 mm	1,99	Metro	20	39,80
Tubo de 70mm simple pared negro vitrificado	20,49	Unidad	32	655,68
Malla mosquitera internas plástico 1,2 x 3 m blanca	8,99	Unidad	10	89,90
Bote tipo duquesa plástico 500 ml	1,10	Unidad	100	110
Sierra caladora	46,95	Unidad	1	46,95
Valla móvil de obra galvanizada 1,74x3,5m	23,98	Unidad	20	479,60
Curva de pvc	0,67	Unidad	40	26,80
Bisagra T tricromada	2,75	Unidad	10	27,50
Paquete 500 tornillos inoxidables	19,95	Unidad	1	19,95
Esmalte exterior negro 750 ml	18,60	Unidad	5	93
TOTAL				1.822,88 €

Además de los materiales para la construcción de las cinco trampas de Schoenly, hay que añadir los costes derivados del personal encargado de la toma de datos y mantenimiento, así como el transporte de estos y también, material de laboratorio para la identificación de los insectos.

6. CONCLUSIONES

1. Se ha demostrado una clara sucesión faunística de carácter estacional, sobre todo en el orden Díptera, en un enclave monoespecífico de pino carrasco en la Región de Huesca.
2. Se ha podido determinar la diversidad de fauna entomosarcosaprófaga dentro de un bosque monoespecífico de *Pinus halepensis*.
3. La secuencia de artrópodos en la descomposición de los cadáveres siguió, en líneas generales, los patrones marcados en regiones templadas del mundo.
4. La secuencia de insectos es muy similar a la secuencia encontrada en la misma Comunidad Autónoma, en estudios realizados la década anterior.
5. La estructura fina de la comunidad de insectos presenta características propias ya que, se presentan diferencias entre estudios de otras regiones climáticamente similares.
6. Las trampas clásicas utilizadas para el estudio ratifican una efectividad inferior a las trampas de Schoenly.
7. Las trampas de emergencia han obtenido pocos resultados relevantes en la captura de individuos, en cambio, las trampas de gravedad han proporcionado una mayor efectividad.
8. La heterogeneidad de la comunidad evidencia la necesidad de identificar a nivel de especie los individuos capturados y así, encontrar diferencias cualitativas más evidentes.
9. Las variaciones estacionales están estrechamente ligadas con la duración de las fases de descomposición de los cadáveres.
10. Las relaciones interespecíficas e intraespecíficas son evidentes dentro del ecosistema del propio cadáver y, es por ello, que es necesario indagar más en la competencia entre especies y órdenes ya que, se ha comprobado que pueden llegar a afectar directamente a la velocidad y duración de la descomposición de los cadáveres.
11. Para predecir las fluctuaciones de las poblaciones de insectos descomponedores respecto las predicciones de cambio climático, es necesario obtener datos más prolongados en el tiempo.
12. Con los datos obtenidos no es posible proponer medidas de gestión y por ello, se ha planteado la creación de una red de puntos de muestreo para obtener mejores datos cualitativos y cuantitativos que permitan identificar la salud de las poblaciones de insectos sarcosaprófagos en la Comunidad Autónoma de Cataluña.

7. ANÁLISIS DAFO

Para finalizar el estudio, la matriz DOFA que se plantea a continuación, plantea evaluar los procesos realizados para llevar a cabo el presente estudio y mostrar, las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas una vez finalizado.

	Positivos (para alcanzar los objetivos)	Negativos (para alcanzar los objetivos)
Origen interno (atribuidos al estudio)	Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> Alta efectividad trampas de gravedad. Acceso a los puntos de muestreo sencillos. Estación meteorológica cercana a la zona de estudio. Disminución de costes en la construcción de las jaulas, transporte y tipo de cadáveres. 	Debilidades <ul style="list-style-type: none"> Efectividad baja en las capturas de Dípteros adultos por el tipo de jaulas. Identificación a nivel de género. Tipo de cebo diferente a otros estudios. Obtención de datos en solo en estaciones cálidas. Datos insuficientes.
Origen externo (atribuidos al ambiente)	Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> Fácil manejo de los cadáveres. Datos dasométricos proporcionados por la Universidad de Lleida. Condiciones meteorológicas de la estación buena. 	Amenazas <ul style="list-style-type: none"> Seguridad baja frente a carroñeros vertebrados de gran tamaño. Controles nulos de temperatura y humedad en la interfaz del cadáver.

Tabla 13. Análisis DAFO.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Fotografía de la jaula 1 después de la colocación de los animales en primavera

8. Referencias

- Abd El-bar, M., & Sawaby, R. (6 de October de 2010). A preliminary investigation of insect colonization and succession on remains of rabbits treated with an organophosphate insecticide in El-Qalyubiya Governorate of Egypt. *Forensic Science International*(208), 26-30.
- Amendt, J., Richards, C., Campobasso, C., Zehner, R., & Hall, M. (7 de Febrero de 2011). Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Sci Med Pathol*, 379-392.
- Arango-Gutierrez, G. P., & Agudelo-Betancur, L. M. (2001). Valor biológico de las cucarachas en el compost. *Lasallista de investigación*, 1(1), 96-98.
- Arnaldos, M., Romera, E., Presa, J., Luna, A., & García, M. (28 de Abril de 2004). Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *Interview Journal Legal Medicine*, 197-205.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (18 de Febrero de 2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 365-377.
- Beltrán-Barba, M., Piqué-Nicolau, M., Vericat-Grau, P., & Cervera-Zaragoza, T. (2011). *Models de gestió per als boscos de pi blanc (Pinus halepensis Mill.)*. Centre de Propietat Forestal, Solsona.
- Bustamante Sánchez, M., Grez, A., & Simonetti, J. (2004). Dung decomposition and associated beetles in a fragmented temperate forest. *Revista Chilena de Historia Natural*, 107-120.
- Byrd, J., & Castner, J. (2001). *The utility of Arthropods in legal investigations*. Washington D.C.
- Carles-Tolrá, M., Andersen, H., & Prado e castro, C. (2011). Some dipterans collected on pig carcasses in Portugal (Diptera: Carnidae, Heleomyzidae, Lauxaniidae and Sphaeroceridae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*(48), 233-236.
- Carles-Tolrá, M., Díaz, B., & Saloña, M. (2012). Algunos dípteros necrófilos capturados sobre cadáveres de cerdos en el País Vasco (España). *Heteropterus Revista de Entomología*, 213-222.
- Carles-Tolrá, M., M.I., A., Begoña, I., & García, M. (2014). Novedades faunísticas y entomosarcosaprófagas de la Región de Murcia, SE de España (Insecta:Diptera). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biológica.*, 108, 21-35.
- Carvalho, C., & Mello-Patiu, C. (Septiembre de 2008). Key to the adults of the most forensic species of Diptera in South America. *Revista brasileira de entomologia*, 390-406.
- Castillo-Miralbes, M. (2002). *Estudio de la entofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España)*. Zaragoza: Monografías SEA.
- Chinery, M. (1984). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Barcelona: Omega.
- DeVault, T., Rhodes, O., & Shivik, J. (4 de Junio de 2003). Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *Oikos*, 102.

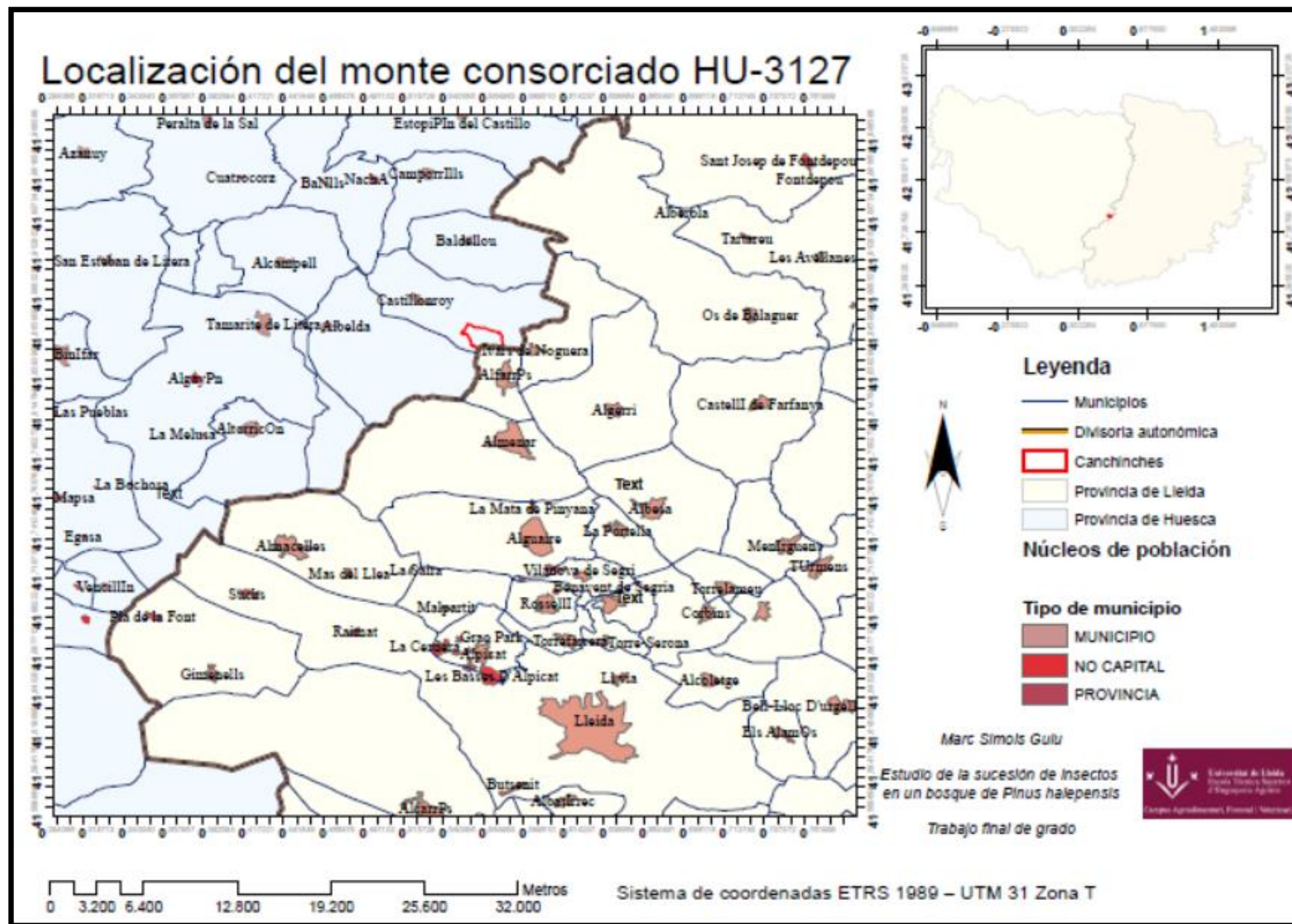
- Díaz-Martín, B. (2015). *Entofauna associated with domestic pig (Sus scrofa) decomposition in an Atlantic environment (Aiako harria, Basque county, Spain)*. Tesis, Universidad del País Vasco, Bilbao.
- Didham, R., Ghazoul, J., Stork, N., & Davis, A. (6 de June de 1996). Insects in fragmented forests: a functional approach. *11*, 255-260.
- Early, M., & Golff, M. (1986). Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology*, *5*(23), 520-531.
- Ekrakene, T., & Iloba, B. (2011). One Death, Many Insects' Species Yet One Insect's Generation. *Journal of Entomology*, *8*, 27-39.
- Gaminde, I. B. (2015). *Sucesión de la entomofauna cadavérica en un medio montañoso del Sureste de la Península Ibérica*. Tesis, Universidad de Murcia, Departamento de Zoología y Antropología física, Murcia.
- Genoveva, F., & Bland, J. (20 de Enero de 2010). Conservation work is incomplete without cryptic biodiversity. *Nature - International Journey of science*, *463*, pág. 293.
- Kocárek, P. (2001). *Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic*. Palacký University, Department of Ecology. Olomouc (Czech Republic): Zasláno do European Journal of Soil Zoology.
- Kocarek, P. (30 de Setiembre de 2002). Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology*, *39*, 31-45.
- Lockwood, J. (9 de Setiembre de 2011). Insects as weapons of war, terror and torture. *Annual review on entomology*, 205- 227.
- Magaña, C. (2007). *Criminalística*. Obtenido de <https://criminalistica.mx/areas-forenses/entomologia-forense/1625-entomofauna-asociada-a-cadaveres>
- McFadden, W. (1967). Soldier fly larvae in America North of Mexico. *Proceedings of the United States National Museum*, *121*(3569).
- Melis, C., Selva, N., Teulings, I., Skarpe, C., Linell, J., & Andersen, L. (30 de Enero de 2007). Soil and vegetation nutrient response to bison carcasses in Białowieza Primeval Forest, Poland . *The Ecological Society of Japan*(22), 807-813.
- Melis, C., Selva, N., Teurlings, I., Skarpe, C., Linnell, J., & Andersen, R. (30 de Enero de 2007). Soil and vegetation nutrient response to bison carcasses in Białowie_za Primeval Forest, Poland. *The Ecological Society of Japan*(22), 807-813.
- Naranjo-López, A., & Navarrete-Hereida, J. (2011). Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidea) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 103-110.
- Parmenter, R., & MacHanon, J. (2009). Carrion decomposition and nutrient cycling in a semiarid shrub-steppe ecosystem. *Ecological Society of America*, 637-661.
- Payne, J. (1 de Setiembre de 1965). A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus. *Ecology*, *46*, 592-602.

- Pérez-Marcos, M. (2016). *Estudio de la Fauna Entomológica Asociada a un Cadáver en un Enclave Natural Montañoso en Murcia (SE España)*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Prado e Castro, C., Chichorro, D., Serrano, A., & García, M. (2009). A modified version os Schoenly trap for collenting sarcosaprophagus arthropods. Detailed plans and construction. *Anales de la Biología*, 1-6.
- Rodriguez-Olivares, K. P., Quijas, S., Cupul-Magaña, F. G., & Navarrete-Heredia, J. L. (2015). *Scientific literature on arthropods associated with corpses: an observational study*. Guadalajara, México: Centro de Estudios en Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Sala, O., Chapin III, F., Armesto, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., . . . Wall, D. (10 de march de 2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *SCIENCE'S COMPASS*, 1770-1774.
- Schoenly, K. (1991). An experimental field protocol for investigating the post-mortem interval using multi-disciplinary indicator. *Journal Forensic Sciences*, 1395-1415.
- Smith, K. (1986). *A manual of Forensic Entomology*. London: Trustees of the British Museum (natural history).
- Stork, N., McBroom, J., Gely, C., & Hamilton, A. (5 de Mayo de 2015). New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *PNAS*, 112(24), 7519-7523.
- Szpila, K. (2012). *Key for identification of European and Mediterranean blowflies (Diptera, Calliphoridae) of forensic importance Third instars*. Torun: Nicolaus Copernicus University.
- Travis, L., Olin, E., Shivik, J., & Shivik, A. (2003). Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *102*.
- Unwin, D. (1981). A key to the families of British Díptera. *Field Studies*, 513-533.
- Velasco, S. R., Romero-Franco, R., & Marc-García, M. Á. (1992). Actividad anual de los imagos de dípteros coprófilos (Muscidae, Scathophagidae) en un agrobiosistema de dehesa. 69-92.
- Velásquez, Y., Magaña, C., & Martínez-Sánchez, A. (2010). Diptera of forensic importance in the Iberian Peninsula: larval identification key. *Medical and veterinary Entomology*, 293-308.

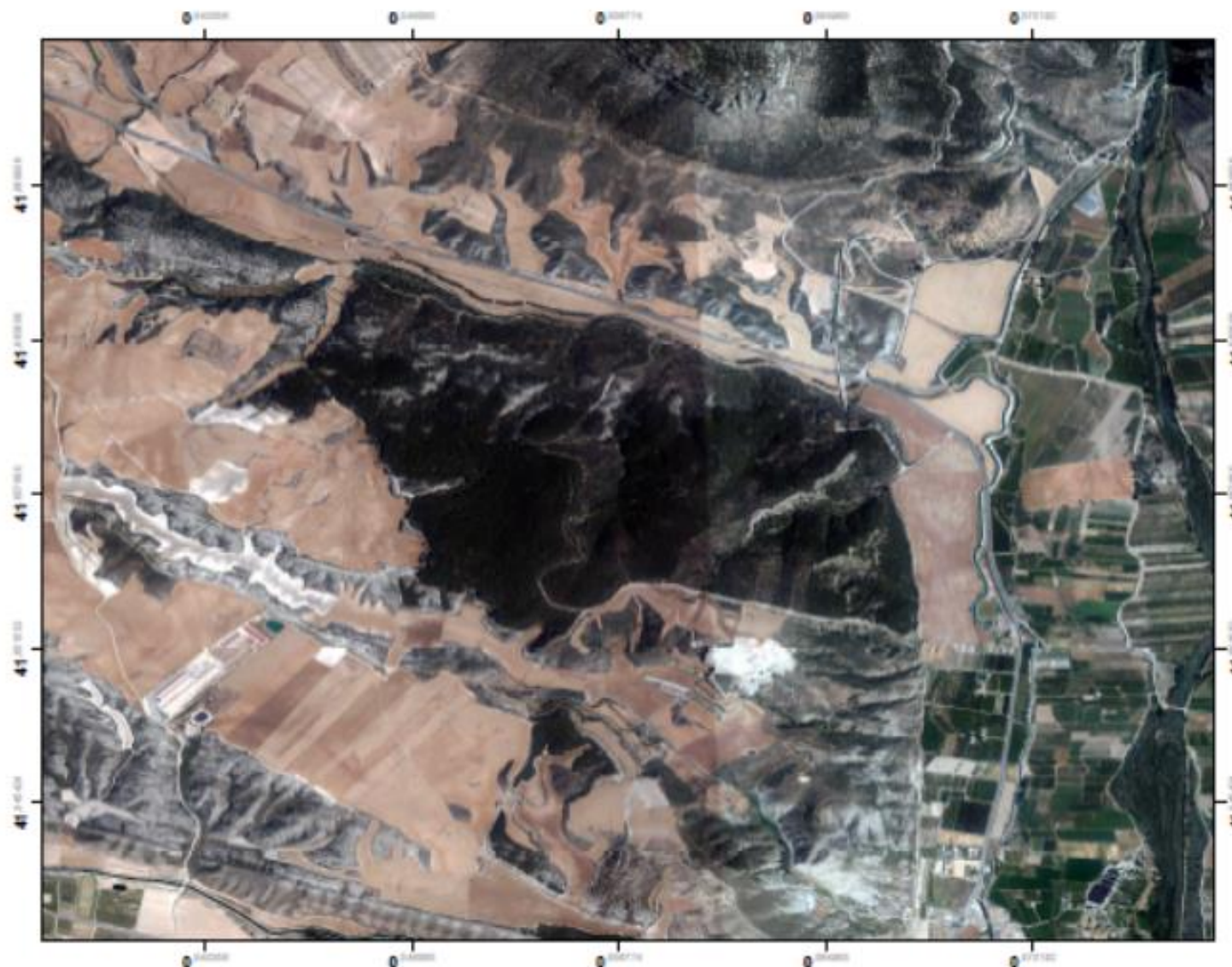
Anejo I: MAPAS



Fotografía frontal del monte HU-3127



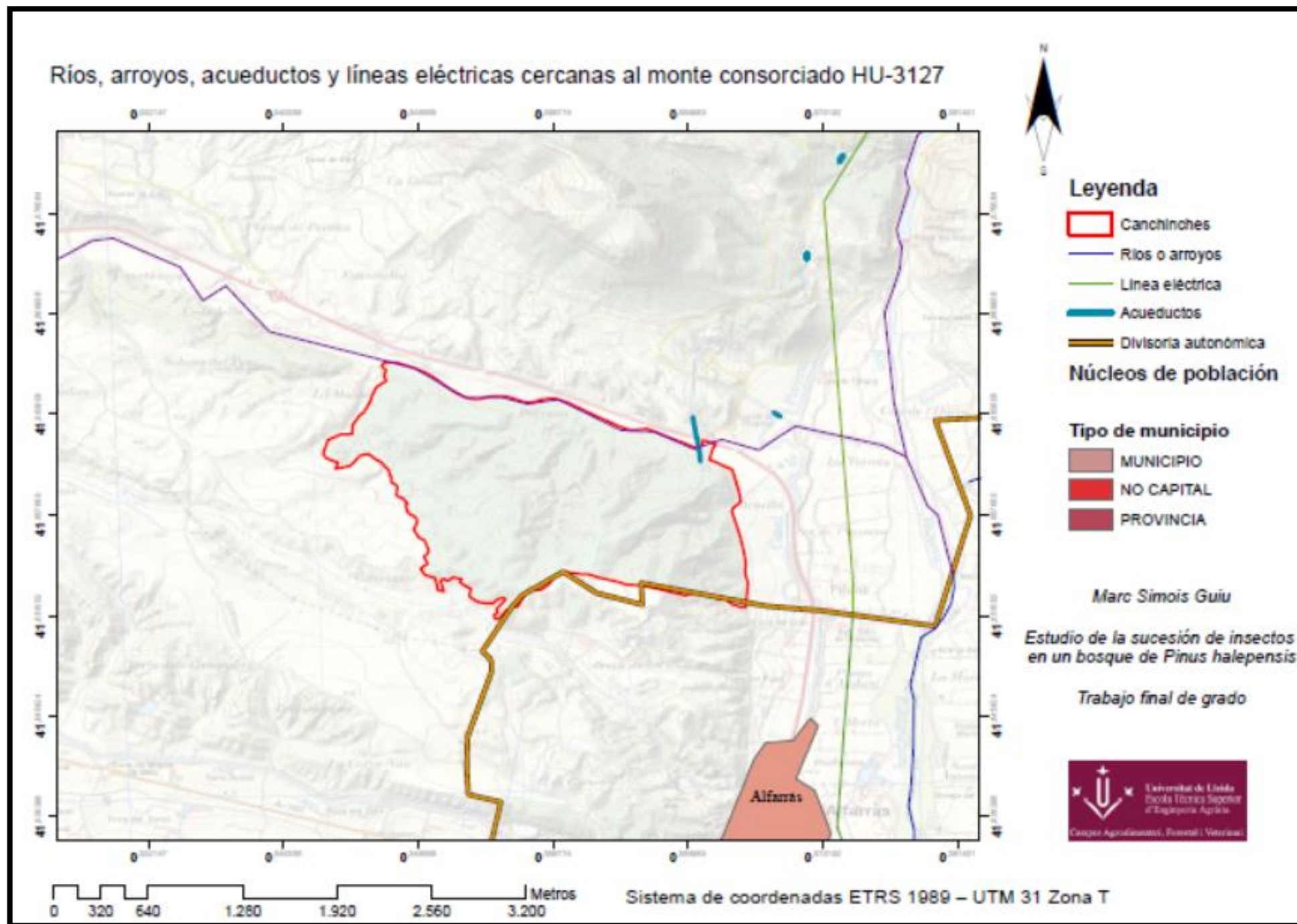
Ortofoto del monte consorciado HU-3127



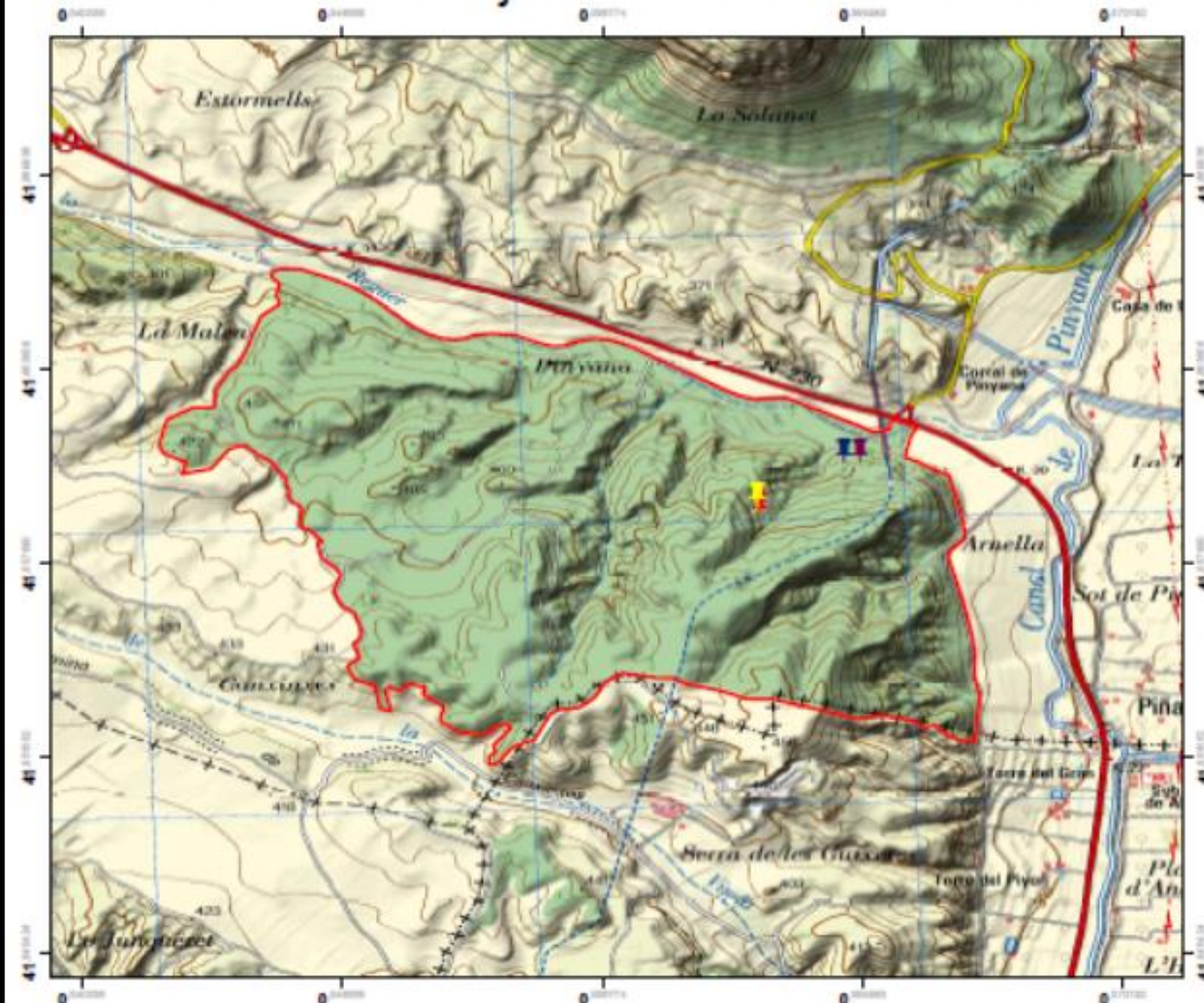
Marc Simois Guix

*Estudio de la sucesión de insectos
en un bosque de Pinus halepensis*

Trabajo final de grado



Localización de las jaulas en el monte consorciado HU-3127



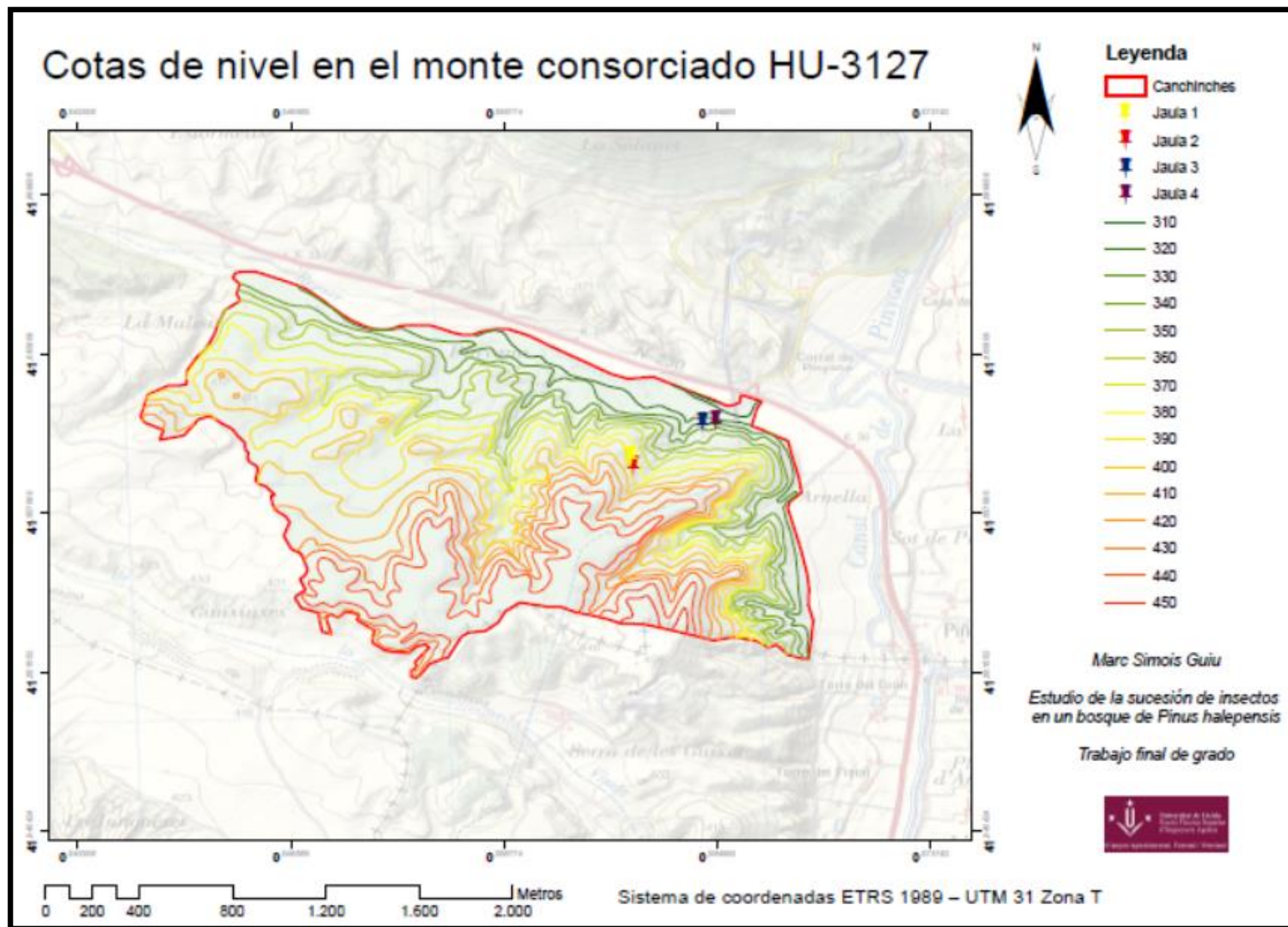
Leyenda

- Canchinches
- Jaula 1
- Jaula 2
- Jaula 3
- Jaula 4

Marc Simois Guix

Estudio de la sucesión de insectos
en un bosque de *Pinus halepensis*

Trabajo final de grado



Parcelas de inventariación del monte HU-3127



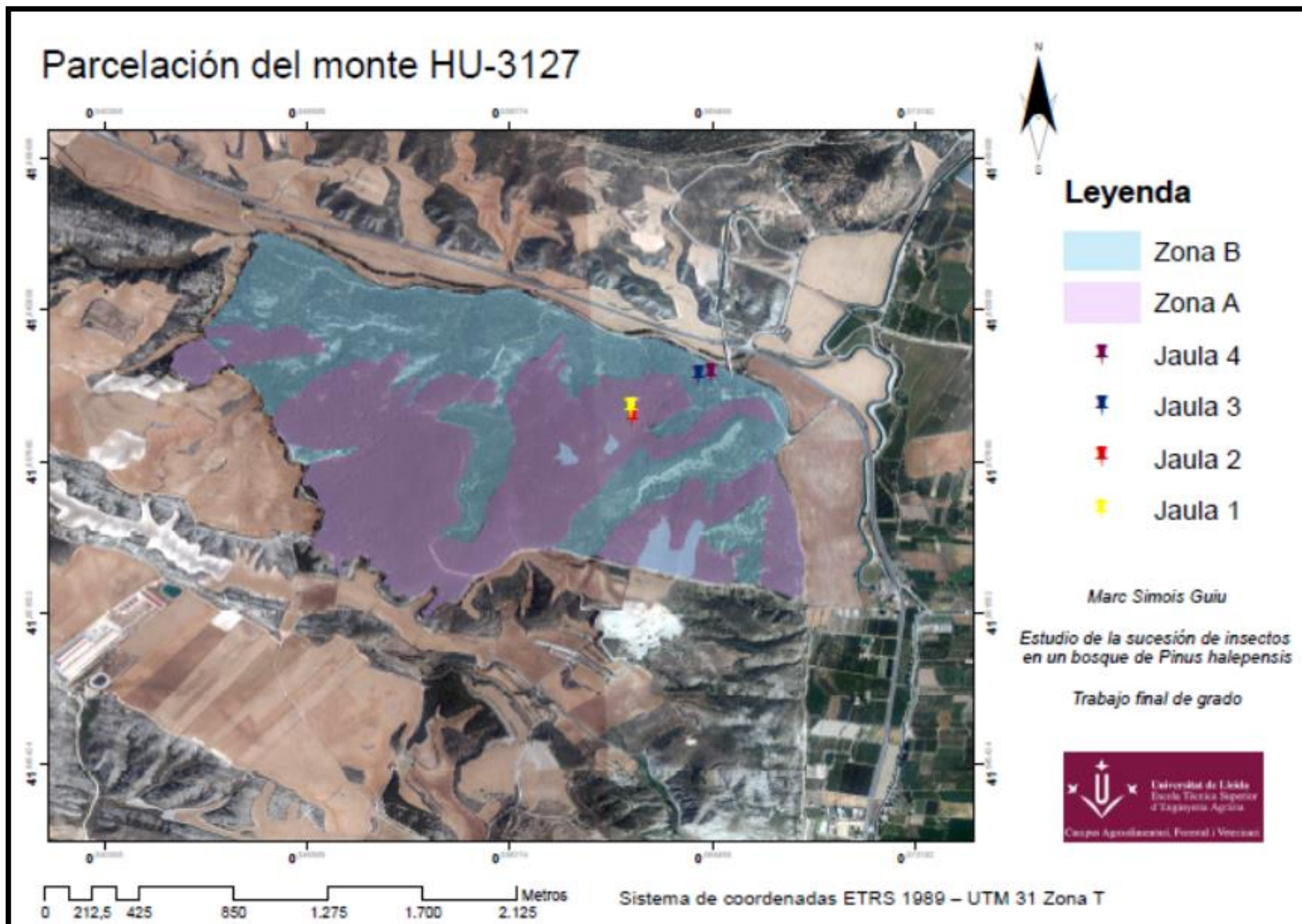
Leyenda

- Parcela inventario 17
- Parcela inventario 1
- Jaula 4
- Jaula 3
- Jaula 2
- Jaula 1

Marc Simois Guiu

*Estudio de la sucesión de insectos
en un bosque de Pinus halepensis*


Trabajo final de grado



Ortofoto de la parcela utilizada en ETSEA



Leyenda

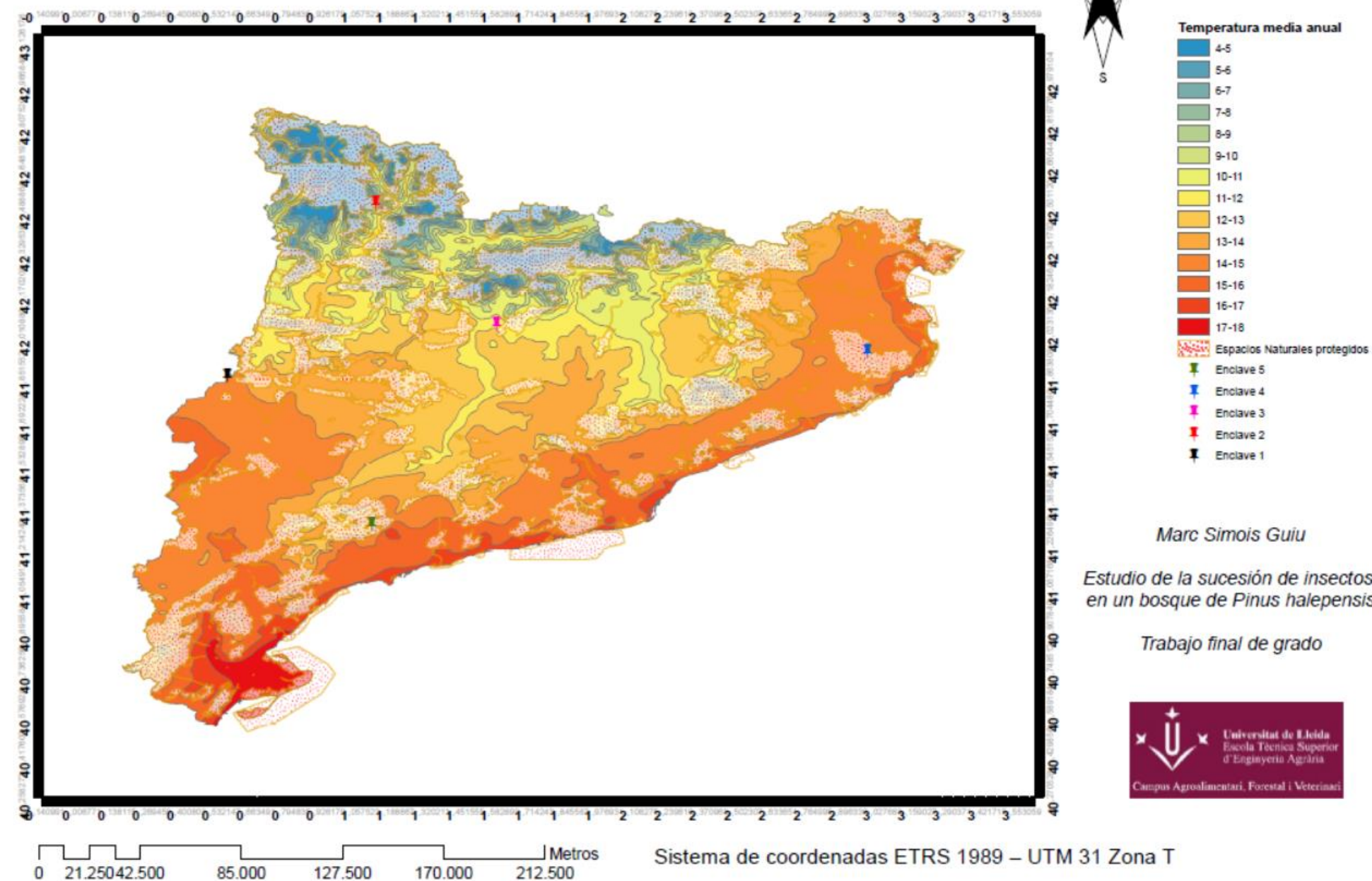
 Parcela

Marc Simois Guiu

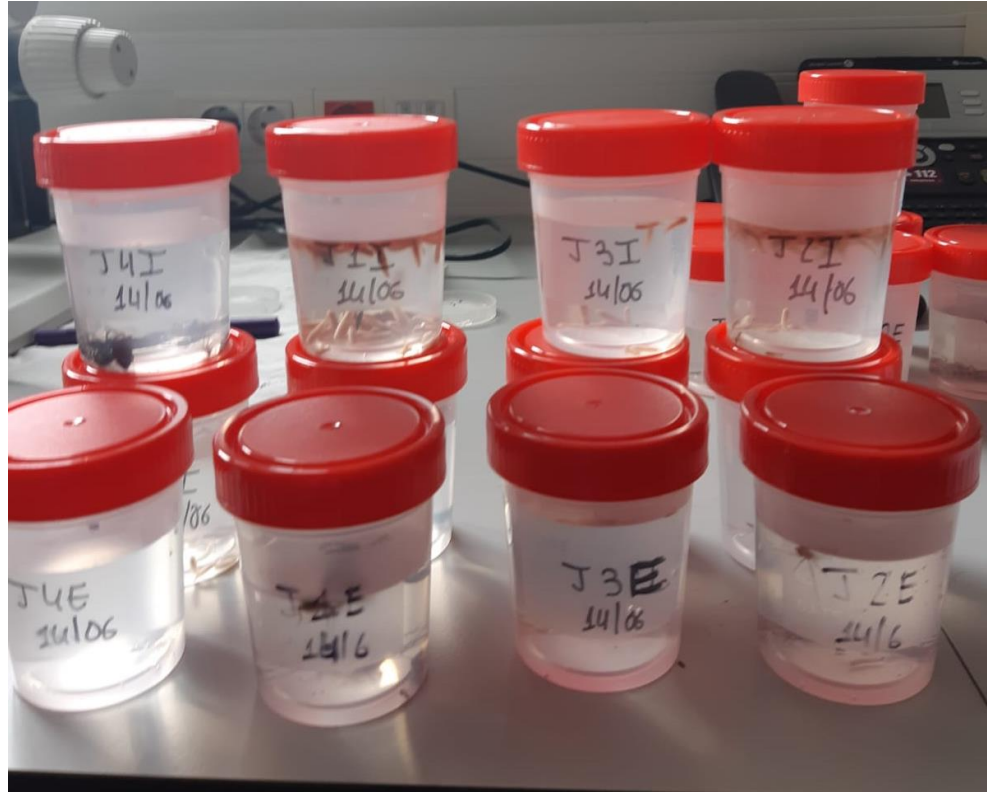
*Estudio de la sucesión de insectos
en un bosque de Pinus halepensis*

Trabajo final de grado

Propuesta puntos de control



Anejo II: ÍNDICE DE CLAVES USADAS



Botes con individuos capturados en primavera

- Carvalho, C., & Mello-Patiu, C. (Septiembre de 2008). Key to the adults of the most forensic species of Diptera in South America. *Revista brasileira de entomologia*, 390-406.
- Chinery, M. (1984). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Barcelona: Omega
- McFadden, W. (1967). Soldier fly larvae in America North of Mexico. *Proceedings of the United States National Museum*, 121(3569).
- Naranjo-López, A., & Navarrete-Hereida, J. (2011). Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidea) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 103-110.
- Unwin, D. (1981). A key to the families of British Díptera. *Field Studies*, 513-533.
- Velásquez, Y., Magaña, C., & Martínez-Sánchez, A. (2010). Diptera of forensic inportance in the Iberian Peninsula: larval identification key. *Medical and veterinary Entomology*, 293-308.

Anejo III: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía de los cadáveres en la jaula 3, en verano y en estado de hinchazón

Primavera



Imagen 2 Día de la colocación de los cadáveres, estado fresco.



Imagen 1. Día de la colocación de los cadáveres, estado fresco.



Imagen 3. Día 1, estado hinchado.



Imagen 5. Día 1, estado fresco



Imagen 4. Día 2, estado hinchado.



Imagen 6. Día 2, estado hinchado.

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*



Imagen 7. Día 4, estado descomposición activa/hinchado



Imagen 8. Día 4, estado hinchado.



Imagen 10. Día 7, estado descomposición avanzada



Imagen 9. Día 7, estado descomposición avanzada



Imagen 11. Día 11, estado descomposición avanzada



Imagen 12. Día 11, estado descomposición avanzada



Imagen 14. Día 15, estado restos secos.



Imagen 13. Día 15, estado restos secos.



Imagen 16. Día 21, estado restos secos.



Imagen 15. Día 21, estado restos secos.

Verano



Imagen 17. Día 1, estado hinchado.



Imagen 18. Día 1, estado hinchado.



Imagen 19. Día 2, estado hinchado.



Imagen 20. Día 2, estado hinchado.



Imagen 21. Día 3, estado hinchado.



Imagen 22. Día 3, estado descomposición activa.



Imagen 24. Día 6, estado descomposición avanzada



Imagen 23. Día 6, estado descomposición activa.



Imagen 26. Día 13, estado descomposición avanzada.



Imagen 25. Día 13, estado descomposición avanzada.

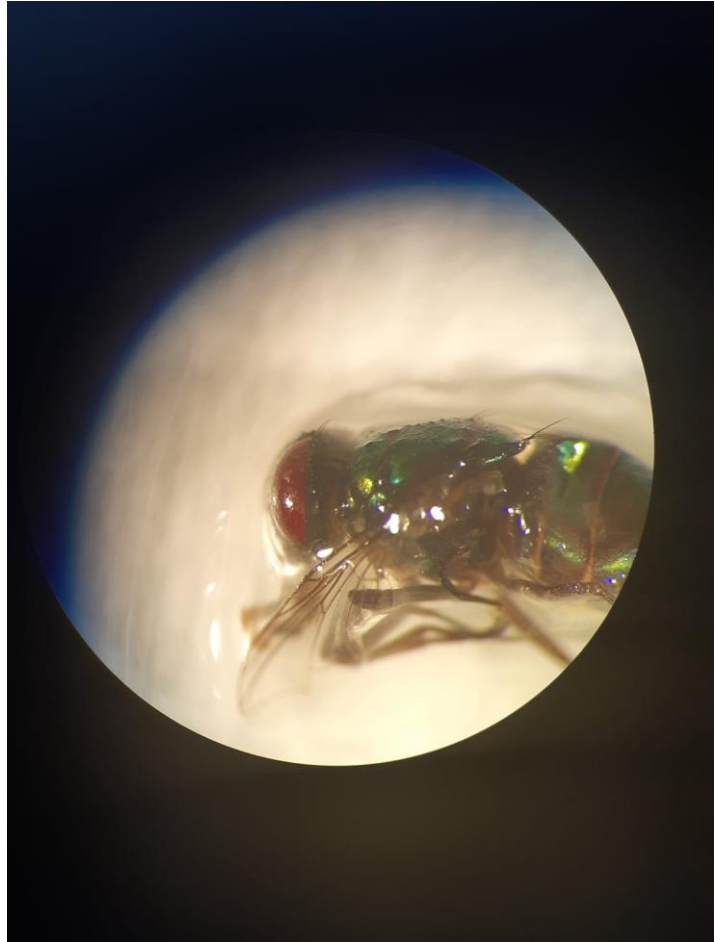


Imagen 28. Día 20, estado restos secos.



Imagen 27. Día 20, estado restos secos.

Anejo IV: TABLA DE DATOS



Fotografía individuo de Díptero, de la familia Calliphoridae

Trabajo Final de Grado (102444)

Primera fecha colocacion (Primavera)						
Colocación conejos: 06/06/19				Larvas Díptero		
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	<i>Chrysomyiinae</i>	<i>Calliphorinae</i>	Otros
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	1.500	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	15	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	2	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
	Jaula2	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	100	3.400	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	7	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 14/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	2.300	0
			Segunda: 14/06/19	0	14	0
			Tercera: 21/06/19	0	1	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	14	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	250	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	1	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera 10/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda 14/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera 21/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*

Primera fecha colocacion (Primavera)						
Colocación conejos: 06/06/19				Adultos Díptero		
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	<i>Sarcophagidae</i>	<i>Calliphoridae</i>	Otros
			Segunda: 14/06/19	0	1	0
			Tercera: 21/06/19	0	2	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	8	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
	Jaula2	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	1	0
			Cuarta: 01/07	0	1	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 14/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	3
			Segunda: 14/06/19	0	0	1
			Tercera: 21/06/19	0	27	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	1
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	16	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	1
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	3
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	2	0
		Trampas emergencia	Primera 10/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda 14/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera 21/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Trabajo Final de Grado (102444)

Primera fecha colocacion (Primavera)								
Colocación conejos: 06/06/19				Coleopteros				
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	Histeridae	Carabidae	Silphidae	Staphylinidae	Otros
			Segunda: 14/06/19	0	3	0	0	1
			Tercera: 21/06/19	4	7	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	4	4	1	1	0
			Segunda: 14/06/19	0	2	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	11	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0	0
	Jaula2	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	1	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	1	1	0	1	0
			Cuarta: 01/07	4	1	0	1	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0	2	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	1	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0	0	0
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 14/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 14/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 14/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
	Jaula 4	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	7	3	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	9	0	0	25	0
			Tercera: 21/06/19	3	5	0	3	2
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	4	2	0	8	0
		Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0	0
			Cuarta: 01/07	1	0	2	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/20	1	0	2	0	0
			Segunda: 14/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*

Primera fecha colocacion (Primavera)							
Colocación conejos: 06/06/19				Araneae	Blattodeae	Himenóptereae	Otros
						Formicidae	
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	1	0	3	0
			Segunda: 14/06/19	5	0	0	1
			Tercera: 21/06/19	3	0	43	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	21	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0
	Jaula2	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	1	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	1	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	1
			Cuarta: 01/07	1	5	14	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	1	0	3	0
			Segunda: 14/06/19	5	0	1	0
			Tercera: 21/06/19	1	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	4	11	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 14/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 21/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	1	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	46	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	2	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 10/06/19	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad interior	Primera: 10/06/19	1	0	5	0
			Segunda: 14/06/19	3	0	1	0
			Tercera: 21/06/19	0	0	0	1
			Cuarta: 01/07	2	5	36	0
		Gravedad exterior	Primera: 10/06/19	0	0	0	0
			Segunda: 14/06/19	0	0	0	2
			Tercera: 21/06/19	1	8	0	0
			Cuarta: 01/07	1	22	15	0
		Trampas emergencia	Primera 10/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda 14/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera 21/06/20	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 01/07	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Trabajo Final de Grado (102444)

Segunda fecha colocacion						
Colocación conejos: 09/07/19				Larvas Díptero		
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	8.500	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19		0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
	Jaula2	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	1	113	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
				Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	210	3.390	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	2	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	97	35	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	12	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 29/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*

Segunda fecha colocacion						
Colocación conejos: 09/07/19				Adultos Díptero		
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	1	0
			Segunda: 15/06/19	0	1	2
			Tercera: 22/06/19	1	2	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	34	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
	Jaula2	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	9	0
			Tercera: 22/06/19	0	82	0
			Cuarta: 01/07	0	2	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
				Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	9	0
			Tercera: 22/06/19	0	19	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	1	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	2	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad				
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	1	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	30	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	1	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 29/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Trabajo Final de Grado (102444)

Segunda fecha colocacion								
Colocación conejos: 09/07/19				Coleopteros				
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad						
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	48	0	1	12	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	1	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	3	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	3	4	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0	0
	Jaula2	Gravedad						
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	12	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	2	0	0	0
			Cuarta: 01/07	0	0	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
				Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad						
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	1	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	4	1	0	5	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	2	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	1	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	4	7	0	1	0
			Tercera: 22/06/19	1	0	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad						
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	1
			Segunda: 15/06/19	6	0	0	4	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	3	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	1	0	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 29/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

Sucesión de insectos en cadáveres pequeños en bosque de *Pinus halepensis*

Segunda fecha colocacion							
Colocación conejos: 09/07/19				Araneae	Blattodeae	Himenópterae	Otros
Umbria - Zona A	Jaula 1	Gravedad					
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	1	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	14	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	3	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	32	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0
	Jaula2	Gravedad					
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0	1
			Segunda: 15/06/19	1	0	9	0
			Tercera: 22/06/19	1	1	16	0
			Cuarta: 01/07	1	5	8	1
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	5	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0
			Cuarta: 29/07/19	0	0	3	1
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
				Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
Solana - Zona B	Jaula 3	Gravedad					
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	15	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	1	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	1	1
			Tercera: 22/06/19	0	0	3	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	0	0	0	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	0	0
	Jaula 4	Gravedad					
		Gravedad interior	Primera: 11/07/19	0	0	0	1
			Segunda: 15/06/19	1	1	1	0
			Tercera: 22/06/19	0	0	8	4
			Cuarta: 29/07/19	3	0	3	0
		Gravedad exterior	Primera: 11/07/19	0	0	0	0
			Segunda: 15/06/19	1	0	0	1
			Tercera: 22/06/19	0	0	6	0
			Cuarta: 29/07/19	2	2	0	0
		Trampas emergencia	Primera: 11/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Segunda: 15/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Tercera: 22/06/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
			Cuarta: 29/07/19	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra

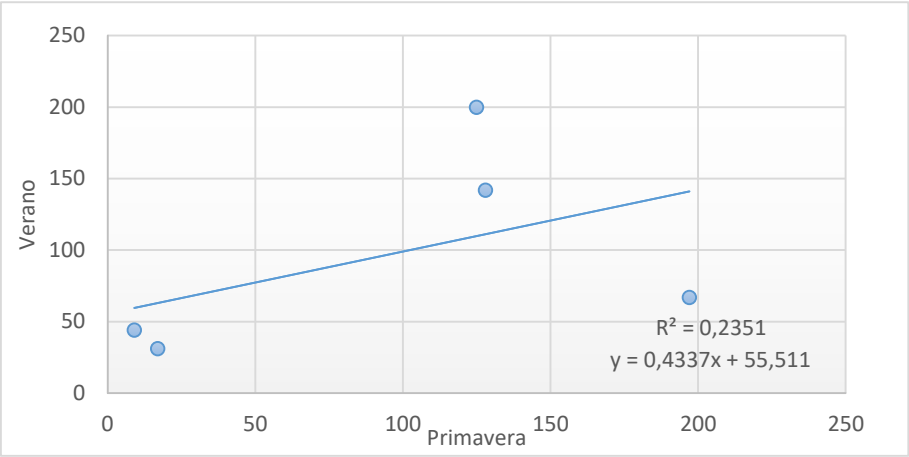
Anejo V: GRÁFICAS REGRESIÓN

LINEAL

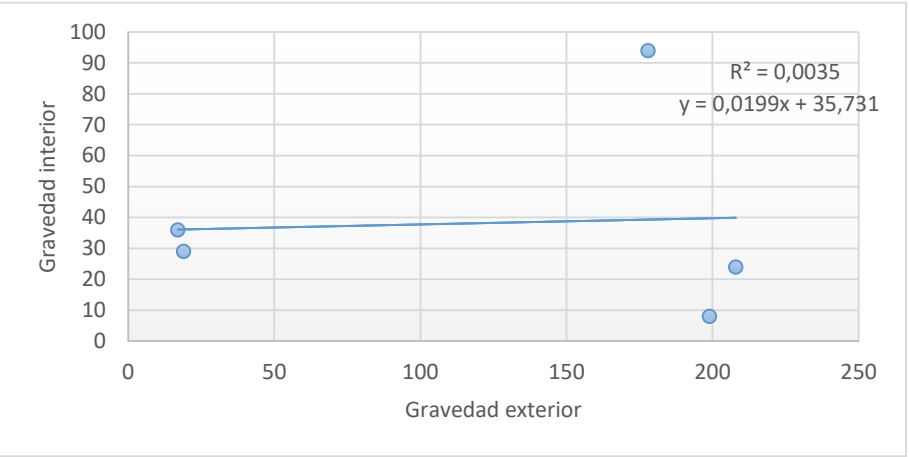


Jaula número 1 en primavera con los cadáveres en estado hinchado

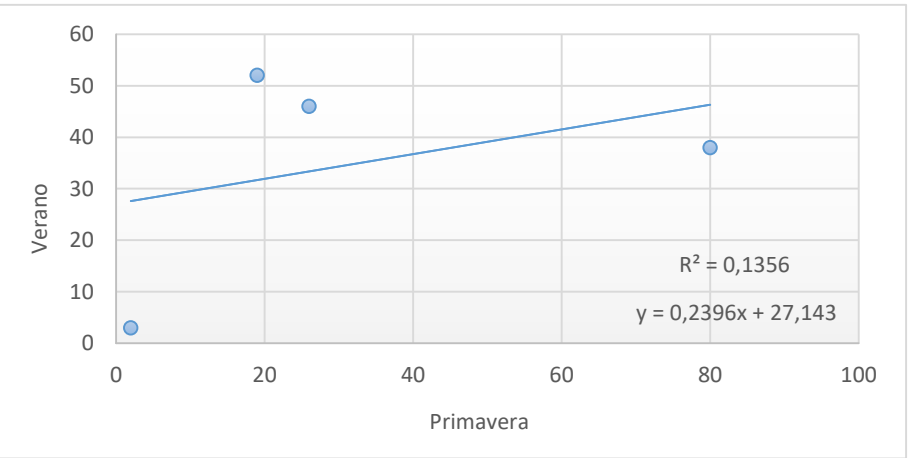
- Relación del número de capturas totales por órdenes entre las diferentes zonas de densidad de árboles por hectárea.



- Relación del número de capturas totales por órdenes entre gravedad interior y exterior

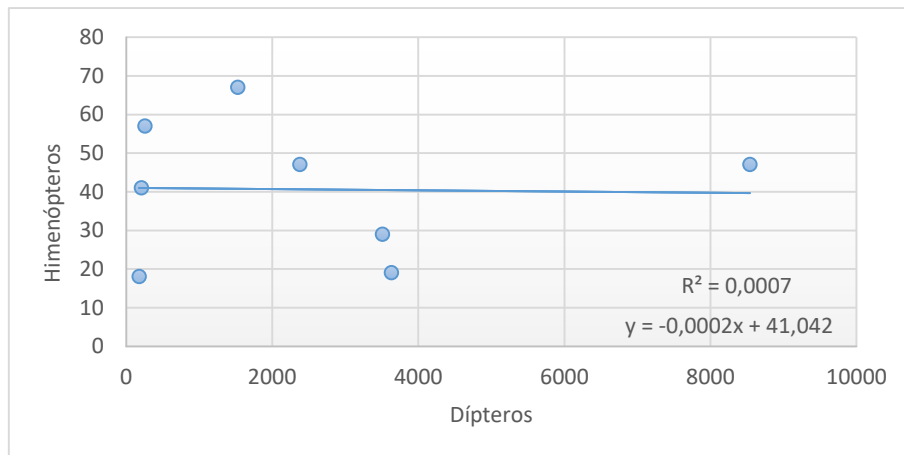


- Relación del número de capturas totales de familias de Coleópteros entre verano y

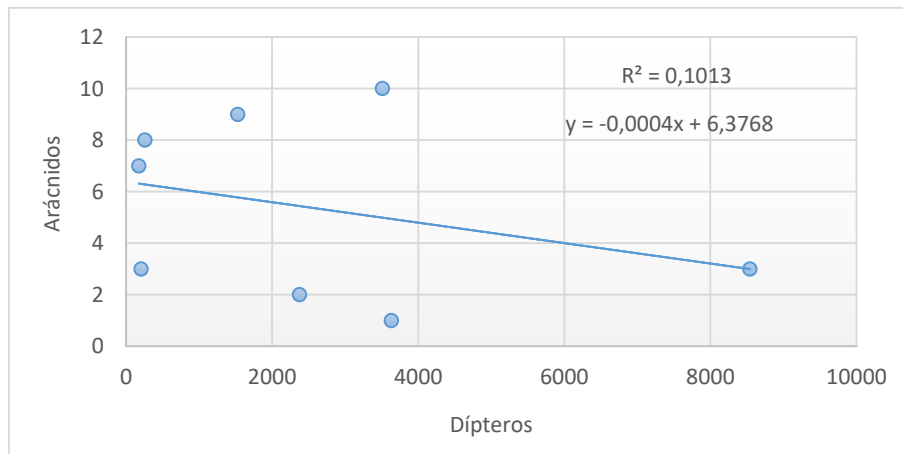


primavera.

- Relación entre la abundancia total de Himenópteros y Dípteros.



- Relación entre la abundancia total de Arácnidos y Dípteros.



Anejo VI: COLABORACIONES



Jaula número 3 en primavera con los cadáveres



Servicio Provincial del
Departamento de Desarrollo
Rural y Sostenibilidad de
Huesca

Plaza Cervantes, 1
22003 Huesca (Huesca)

Lugar y Fecha: Huesca, a 13 de mayo de 2019

S/Referencia:

N/Referencia: LML/sfi

Asunto: Autorización Uso HU3127

Destinatario:

Universidad de Lérida
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRARIA
AA/Matilde Eizaguirre Altuna
Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal

Av. Alcalde Rovira Roure, 191
25195 LÉRIDA

Vista la solicitud presentada por la Universidad de Lérida a través del Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria con registro de entrada en este Servicio Provincial de fecha 7 de mayo de 2019 y número 268085, en el que solicita autorización para la realización de un trabajo Fin de Grado por D. Marc Simois Gulu.

Visto que el trabajo fin de Grado titulado "Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en un bosque de *Pinus halepensis*" afecta al monte consorciado con el número HU3127 denominado "Canchinches" sito en el término municipal de Castillonroy en la provincia de Huesca.

CONSIDERANDO

- Que el trabajo fin de grado supone colocar varias jaulas de madera cubiertas con malla metálica que permita la entrada de insectos descomponedores pero no a otros carroñeros de mayor tamaño en las que se depositarán cadáveres de conejos.

- Que la actuación no tiene efecto negativo sobre el monte consorciado HU-3127 "Canchinches".

- Que el Servicio Provincial de Huesca del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad es competente para la emisión de autorizaciones en los montes de utilidad pública y montes consorciados, según el Texto Refundido de la Ley de Montes de Aragón y el Decreto 317/2015, por el que se prueba la estructura orgánica del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad.

ESTE SERVICIO PROVINCIAL RESUELVE AUTORIZAR a la Universidad de Lérida a la colocación de jaulas en el monte consorciado con el número HU3127 "Canchinches", ubicado en el término municipal de Castillonroy sujeto a las siguientes condiciones:

1. Los trabajos autorizados consistirán exclusivamente en la colocación de jaulas asociadas a la realización del trabajo fin de grado titulado "Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en un bosque de *Pinus halepensis*" tal y como figuran en su solicitud, debiéndose colocar lo más alejadas posibles de las pistas y senderos, y sin que puedan interferir en otros usos del monte.

2. Con antelación mínima de una semana al inicio de los trabajos, se informará al Coordinador Medioambiental del A.M.A. de Litera-Cinca Medio (974 404 103) para que designe e informe a los Agentes para la Protección de la Naturaleza (APN) a los que corresponda el control de la actuación. En todo momento deberán seguirse las indicaciones del Agente para la Protección de la Naturaleza designado a fin de evitar daños ambientales.



3. El beneficiario de esta autorización:

- Nombrará una persona cualificada que actúe como interlocutor ante la Administración Forestal durante la ejecución de los trabajos.
- Efectuará los trabajos con estudiantes, con personal fijo o contratado al efecto, que será de su exclusiva responsabilidad, estando obligado al cumplimiento de la normativa legal en materia laboral, y de seguridad y salud en el trabajo.
- Responderá de los daños o perjuicios que la ejecución de los trabajos que aquí se autorizan puedan ocasionar directa o indirectamente a personas, bienes o infraestructuras.

4. Mediante la mera aceptación y uso de esta autorización, el autorizado se declara conocedor de los riesgos naturales y artificiales que pueden darse en los terrenos forestales en zonas de montaña (incendios, caídas de rocas, rayos y árboles, inundaciones, movimientos del terreno, aludes,...), asumiendo todo tipo de responsabilidad que pudiera derivarse por accidente de los participantes o público que asista a la actividad.

5. Se evitarán afecciones innecesarias a la vegetación natural existente en la zona de actuación. Cualquier afección durante la fase de ejecución será restaurada convenientemente.

6. La ejecución de la actuación deberá respetar la normativa vigente sobre protección y conservación de la fauna, flora, montes, incendios forestales, aguas y medio ambiente. Los trabajos podrán prohibirse temporalmente o limitar su realización, si se detectan afecciones a cualquier especie catalogada.

7. Se estará a lo dispuesto en la Orden Anual de prevención y extinción de incendios publicada por el Departamento competente en incendios forestales.

8. El periodo de validez de la presente autorización es para el periodo comprendido entre los meses de mayo a septiembre de 2019.

9. La emisión de esta autorización no exonera de la obtención de cuantas otras fueran necesarias de otros organismos competentes en otras materias.

10. Esta autorización queda condicionada también a la autorización de los propietarios de los terrenos afectados.

11. No deberán depositarse o abandonarse en el monte ningún tipo de basura o restos de materiales utilizados.

Finalizado el periodo de validez de la autorización, o una vez concluidas las actuaciones autorizadas se girará visita por parte del personal de este Servicio para comprobar la correcta ejecución de las mismas. Si en esta visita o durante la fase de ejecución se comprobare que no se ha seguido las instrucciones dadas por parte del APN u otro personal del Servicio Provincial, se podrán paralizar las actuaciones, teniendo en cuenta además que el incumplimiento del condicionado tendrá la consideración de infracción administrativa, según lo dispuesto por la Ley de Montes de Aragón.

III

Contra la presente Resolución, que no pone fin a la vía administrativa, puede interponer RECURSO DE ALZADA, ante el Excmo. Sr. Consejero de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de la Diputación General de Aragón (Plaza San Pedro Nolasco, 5 50071 Zaragoza), en el plazo de un mes, contado a partir del día siguiente al del recibo de esta notificación; todo ello conforme a lo dispuesto en los artículos 30, 112, 121 y 122 la ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento administrativo común de las administraciones públicas (publicado en:«BOE» núm. 236, de 2 de octubre de 2015), en el artículo 58 del Decreto Legislativo 2/2001, de 3 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón (B.O.A. nº 88, de 20-7-01), y a lo dispuesto en la la Ley 2/2009, de 11 de mayo, del Presidente y del Gobierno de Aragón.

EL DIRECTOR DEL SERVICIO PROVINCIAL



Fdo. José Miguel Malo Betoré.